

Direcció i Postproducció d'un Tràiler utilitzant VFX

Treball Final de Grau

Autor: Soler Alsina, Pol
Grau en Multimèdia, Pla 2009
Director: Guasch Cadiñanos, Joan

RESUM

Aquest projecte consisteix en la creació d'un tràiler per a un curt en una situació postapocalíptica on una gran part de contingut serà generat o modificat per ordinador per tal d'aconseguir resultats impossibles de capturar amb la càmera.

Es realitzaran les tasques des del plantejament de la idea inicial fins a la direcció de tota la preproducció i producció, i acabant tota la postproducció i els efectes visuals fins a aconseguir el vídeo final, per poder crear un producte de referència quant a tècniques empleades i al tipus de resultat que es pot aconseguir amb pocs recursos i tenint temps per invertir.

En la part principal del projecte que es tracta de la postproducció, s'utilitzaran diverses tècniques avançades habituals en l'àmbit professional i es desenvoluparan sistemes específics per crear les diferents situacions necessàries en 3D.

Les tècniques que s'utilitzaran durant el procés consisteix en la captura d'imatges 360° per realitzar HDRs, tracking de càmera i matchmoving per representar els moviments gravats dins l'escena 3D, modelatge 3D de manera tradicional i creació d'elements de manera procedural per generar gran quantitat de contingut automàticament, simulacions de partícules, rígids, líquids i volums per crear tots els efectes necessaris i composició per tal d'integrar tots els elements en les imatges gravades.

En conjunt ha sigut un procés molt complex on s'ha hagut de resoldre moltes situacions complicades utilitzant mètodes innovadors, els quals poden ser aplicables en l'àmbit professional.

El resultat final ha estat molt satisfactori, aconseguint complir els objectius plantejats inicialment tot i els entrebancs i obtenint una experiència molt valuosa tant en l'àmbit personal com professional.

PARAULES CLAU

Direcció, Tràiler, Postproducció, VFX, Procedural, Simulacions, Composició, 3D, FX, Houdini.

ÍNDEX

1. GLOSSARI	9
2. INTRODUCCIÓ	10
MOTIVACIÓ	10
FORMULACIÓ DEL PROBLEMA	11
OBJECTIUS GENERALS	13
OBJECTIUS ESPECÍFICS	13
ABAST DEL PROJECTE	13
3. ANÀLISI DE MERCAT	16
PRINCIPALS EMPRESES INTERNACIONALS	16
PRINCIPALS EMPRESES NACIONALS	17
PERFILS PROFESSIONALS	18
4. CONTEXTUALITZACIÓ	21
TRÀILERS DE CIÈNCIA FICCIÓ	21
EFFECTES VISUALS	23
CREACIÓ MODELS 3D	27
SIMULACIONS DINÀMIQUES	30
RENDERITZAT	32
COMPOSICIÓ	35
5. PLANIFICACIÓ	38
ANÀLISI DE RISCOS I PLA DE CONTINGÈNCIES	38
ANÀLISI INICIAL DELS COSTOS	38
EINES PER A LA PLANIFICACIÓ	41
6. METODOLOGIA	43
FASES DEL PROJECTE	43
EINES PER AL SEGUIMENT DEL PROJECTE	44
EINES DE VALIDACIÓ	45
7. PREPRODUCCIÓ	46
IDEA INICIAL	46
GUIÓ	46
PLANNING	47

8. PRODUCCIÓ	48
RODATGE	48
EDICIÓ OFFLINE	49
9. POSTPRODUCCIÓ	51
CONFORMAT ONLINE	51
MATCHMOVING	52
CLEANUP	53
HDRs	57
PLAYBLAST	59
MODELATGE 3D	61
EDIFICIS PROCEDURALS	61
OBJECTES ESPECÍFICS	67
SIMULACIONS DE PARTÍCULES	70
SIMULACIONS DE RÍGIDS	75
SIMULACIONS D'EDIFICIS	75
SIMULACIONS DELS COTXES	81
SIMULACIONS D'ELEMENTS ESPECÍFICS	87
SIMULACIONS DE FLUIDS	90
SIMULACIONS DE VOLUMS	94
SIMULACIONS DE FUMS	95
SIMULACIONS DE FOC	96
SIMULACIONS AMB CREACIÓ DINÀMICA	97
RENDER	99
COMPOSICIÓ	103
10. SONORITZACIÓ	108
11. RESULTAT FINAL	109
12. CONCLUSIONS	110
13. BIBLIOGRAFIA	111

ÍNDEX DE FIGURES

INTRODUCCIÓ

Img 2-1: Tràiler de Caronte fet a Onírikal Studio on apareix la nau creada per mi	10
Img 2-2: Pipeline dels efectes visuals	12

CONTEXTUALITZACIÓ

Img 4-1: Tràiler "Star Wars - The Last Jedi"	22
Img 4-2: Tràiler "Caronte"	23
Img 4-3: Jason and the Argonauts Stop Motion	24
Img 4-4: Pel·lícula Toy Story	25
Img 4-5: Tràiler "Thor – Ragnarok"	26
Img 4-6: Curt "Still Falls the Rain"	26
Img 4-7: Models 3D dels edificis creats a partir del LiDAR	28
Img 4-8: Combinació de simulacions de rígids amb volums	30
Img 4-9: Simulacions de partícules a Deepwater Horizon	32
Img 4-10: Temps de renderitzat d'un frame amb Arnold 5 (CPU)	33
Img 4-11: Temps de renderitzat d'un frame amb Redshift (GPU)	34
Img 4-12: Sistema habitual de composició per nodes, utilitzant Nuke	36

PLANIFICACIÓ

Img 5-1: Pla de contingències	38
Img 5-2: Pressupost del projecte	40
Img 5-3: Calendari de planificació del projecte	41
Img 5-4: Diagrama de Gantt	42

METODOLOGIA

Img 6-1: Tauler del Trello de la part dels efectes visuals	45
--	----

PRODUCCIÓ

Img 8-1: Notes de rodatge	49
Img 8-2: Edició Offline en Adobe Premiere	50

POSTPRODUCCIÓ

CONFORMAT

Img 9-1: Timeline conformat en Nuke Studio	51
--	----

MATCHMOVING

Img 9-2: Tipus de distorsions òptiques	52
Img 9-3: Matchmoving en PFTrack	53

CLEANUP

Img 9-4: 2D tracking utilitzant Nuke	54
Img 9-5: Utilitzant projeccions 3D per realitzar el cleanup en Nuke	55
Img 9-6: Shot 18 abans del cleanup	56
Img 9-7: Shot 18 després del cleanup	56

HDRs

Img 9-8: Utilització d'un HDR per il·luminar i reflexos	57
Img 9-9: Càmera 360° utilitzada, Xiaomi MI Sphere	58
Img 9-10: Resultat d'un dels HDRs del Shot 04	59

PLAYBLAST

Img 9-11: Utilitzant el Cinema 4D per la creació de la geometria pel playblast	60
Img 9-12: Shot 04 en el playblast final	60

MODELATGE 3D

Img 9-13: Controls creats pels edificis	62
Img 9-14: Geometria base d'una planta sense detalls	63
Img 9-15: Edifici amb totes les plantes configurades i l'espai per les finestres	64
Img 9-16: Disposició de les parets interiors de cada planta	65
Img 9-17: Creació de les UVs de cada objecte	66
Img 9-18: Resultats dels edificis canviant alguns paràmetres	66
Img 9-19: Sistema de nodes del Houdini utilitzat per crear els edificis	67
Img 9-20: Posició de la geometria de referència en el núvol de punts	68
Img 9-21: Fotograma de referència	69
Img 9-22: Model 3D obtingut en finalitzar el procés	69

SIMULACIONS DE PARTÍCULES

Img 9-23: Paràmetres creats per controlar la simulació	71
Img 9-24: Paràmetres creats per controlar el render	71
Img 9-25: Sistema de nodes utilitzat per la simulació de partícules	72
Img 9-26: Gradient del color en funció de la seva temperatura	73
Img 9-27: Esquema de nodes per l'edició del color i il·luminació (part superior), separació per grups (part inferior)	74
Img 9-28: Resultat final d'un tipus de simulació de partícules	74
Img 9-29: Resultat final d'una altra simulació de partícules	75

SIMULACIONS DE RÍGIDS

Img 9-30: Creació dels grups amb diferents propietats per la simulació	76
Img 9-31: Edifici fracturat en peces	77
Img 9-32: Peces fracturades en alta resolució	78
Img 9-33: Constraints d'una de les parts de l'edifici	79
Img 9-34: Forces per fracturar l'edifici	79
Img 9-35: Sistema de nodes utilitzat per les simulacions dels edificis	80
Img 9-36: Resultat d'una de les simulacions	81
Img 9-37: Grups preparats en Cinema 4D	82
Img 9-38: Geometria per substituir les rodes en la simulació	82
Img 9-39: Model del cotxe fracturat en totes les peces per la simulació	83
Img 9-40: Resultat de les peces de la simulació	84

Img 9-41: Geometria original deformada en funció de les peces simulades	85
Img 9-42: Resultat de la simulació d'un dels cotxes	86
Img 9-43: Resultat de la simulació d'un altre model	86
Img 9-44: Resultat de la simulació d'un altre model	86
Img 9-45: Peces de fusta fracturades	88
Img 9-46: Exemple de fractures amb Boolean Shatter	88
Img 9-47: Fractura d'una de les parts de la paret	89
Img 9-48: Simulació final dels rígids de l'escena	90
SIMULACIONS DE FLUIDS	
Img 9-49: Distribució de l'escena prèviament a la simulació	91
Img 9-50: Geometria utilitzada per a les col·lisions	92
Img 9-51: Resultat de la simulació de partícules del splash	93
Img 9-52: Meshing final de la simulació	94
SIMULACIONS DE VOLUMS	
Img 9-53: Diferència entre simulacions amb inputs constants i animats, esquerra constant i dreta animat	95
Img 9-54: Solver creat per aconseguir les funcions concretes del pla	97
Img 9-55: Fum que es genera en la separació de les peces	98
RENDER	
Img 9-56: Escena il·luminada per coincidir amb la il·luminació real, prèviament a realitzar les textures	100
Img 9-57: Textura procedural dels bassals creada en Substance Designer	101
Img 9-58: Sistema nodal per crear els shaders en Redshift	101
Img 9-59: Render sense composició del primer pla	102
Img 9-60: Render sense composició del pla 09	102
Img 9-61: Render sense composició del pla 15	103
COMPOSICIÓ	
Img 9-62: Comparació durant el procés de composició per aconseguir un render igual que la imatge gravada	104
Img 9-63: Sistema de Deep Compositing per situar elements segons la profunditat del render	104
Img 9-64: Sistema nodal en Nuke per compondre un dels plans	105
Img 9-65: Comparació entre les diferents LUTs provades per definir el color final	105
Img 9-66: Composició final del pla 01	106
Img 9-67: Composició final del pla 05	106
Img 9-68: Composició final del pla 09	106
Img 9-69: Composició final del pla 15	107
Img 9-70: Composició final del pla 16	107
Img 9-71: Composició final del pla 19	107

1. GLOSSARI

Per ordre alfabètic:

Asset: Objecte generat en 3D per ser utilitzat en el procés de postproducció.

Cleanup: Procés d'eliminar o modificar manualment els elements que no són necessaris en els plans del vídeo.

Constraints: Geometria que es crea per representar determinades relacions entre els objectes.

EDL: Es tracta d'un document de text on es guarda la informació sobre els clips que s'han utilitzat i com s'han modificat per crear el timeline sencer.

LUTs: Conegudes com a "Look up Tables", consisteixen en funcions matemàtiques que permeten convertir i modificar els colors RGB, poden ser utilitzades per finalitats tècniques o per finalitats creatives.

Match Moving: Tècnica per calcular el moviment en una imatge i poder obtenir la informació del moviment de la càmera en 3D.

Matte Painting: Tècnica que consisteix a integrar diferents imatges i vídeos per obtenir escenaris creats per diferents elements que serien impossibles de gravar.

Offline: Muntatge de vídeo a baixa qualitat sense postproducció, per poder revisar i corregir els canvis abans de començar la fase de postproducció.

Pipeline: Flux de treball que se segueix per realitzar un sèrie de tasques.

Procedural: Tècnica per crear informació de manera controlada amb components variables, generant-ne grans quantitats automàticament.

Shaders: Textures creades en 3D que representen comportaments reals dels materials com la il·luminació, reflexos, refraccions, entre altres.

Solver: Eina per realitzar tots els càlculs programats i obtenir els resultats en les simulacions dinàmiques.

2. INTRODUCCIÓ

MOTIVACIÓ

Des de sempre m'havia interessat com es creava el contingut audiovisual generat per ordinador, però mai havia conegut com es creava exactament i a mesura que passaven els anys m'anava interessant per temes més complexos dins els efectes visuals, fins que vaig tenir l'oportunitat de treballar com a 3D Artist en un curt a Onírikal Studio, allà vaig aprendre totes les bases dels efectes visuals i va ser quan vaig veure el que realment es podia arribar a crear si es coneixien les eines corresponents.



Img 2-1: Tràiler de Caronte fet a Onírikal Studio on apareix la nau creada per mi

La motivació per realitzar concretament aquest projecte va començar fa uns anys quan vaig pensar que amb l'experiència que tenia i els coneixements adquirits gràcies a haver treballat a diferents llocs responsables de la postproducció i efectes visuals de cine i publicitat, els podia aplicar per realitzar un projecte que em servís per demostrar tot el que es podia arribar a fer. A l'inici la idea era crear aquest projecte en el meu temps lliure, però després vaig valorar la possibilitat de fer un projecte més complex i poder-ho fer com a treball final de grau.

Un cop vaig tenir clar que aquest projecte havia de ser el meu treball final de grau vaig pensar la manera per poder realitzar un projecte el més extens possible dins de l'àmbit dels efectes visuals sense arribar al punt que fos impossible per mi sol de crear, per això vaig buscar l'ajuda d'amics i companys de feina perquè m'ajudessin a realitzar totes les tasques en les quals jo no tenia experiència professional, com eren tots els àmbits que s'escapen de la

postproducció i efectes visuals. D'aquesta manera aconseguíem entre tots crear un producte de molta alta qualitat i jo podia centrar-me en la meva feina que seria la direcció i els efectes visuals.

FORMULACIÓ DEL PROBLEMA

El projecte consisteix en la creació d'un tràiler per a un curt, des de l'inici fins al final.

Els elements característics d'aquest curt són que l'objectiu és crear un curt de ciència-ficció en una situació postapocalíptica on la gran part de contingut serà generat o modificat per ordinador, sempre intentant mantenir una trama interessant i en la que tots els elements tinguin un motiu per ser-hi i no es converteixi en un curt on només hi ha efectes visuals sense cap altre sentit, sinó que la intenció és crear una història que si no fos pels efectes visuals, no es podria representar.

Per tant el principal desafiament d'aquest projecte és que s'ha de crear un tràiler per un curt que habitualment seria un tipus de projecte amb un pressupost molt elevat on intervindrien productores amb una gran quantitat de recursos i estudis d'efectes visuals amb una gran capacitat per generar contingut.

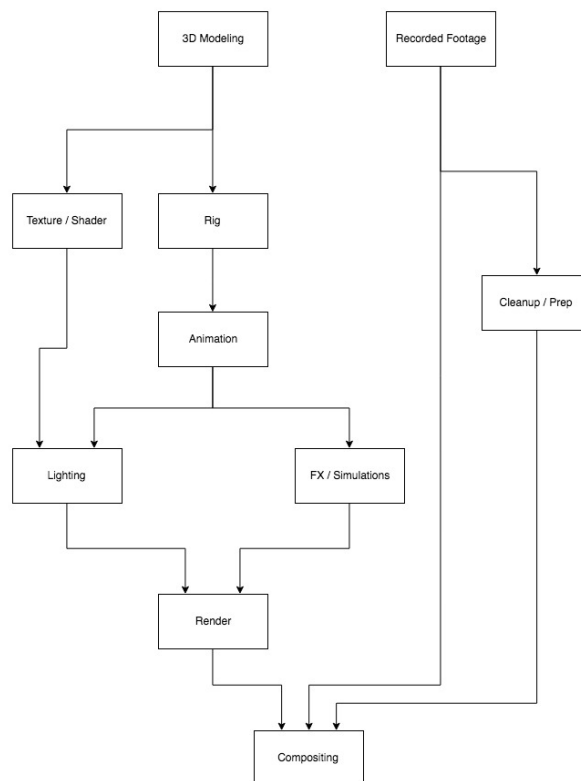
Contràriament al que disposem nosaltres per crear-lo, on la intenció és aconseguir crear el mateix tràiler seguint un flux de treball el més professional possible, però sense disposar de grans medis per aconseguir el mateix resultat, ja que tota la feina de postproducció que seria realitzada per diverses persones, en aquest cas serà realitzada per mi sol.

En total hi haurà bastant gent que intervindrà en el projecte per poder aconseguir el resultat desitjat, però tota la gent externa s'encarregaran de la preproducció i la producció, per realitzar la feina des de la creació del guió fins al rodatge, que són les tasques en les quals jo no tenia prou coneixements per aconseguir un resultat com el que es pretén obtenir.

La meva feina com a director i responsable dels efectes visuals serà adaptar el que una productora o estudi aconsegueixen amb uns quants mils d'euros, com reproduir-ho sense despeses, tenint en compte que tota la postproducció l'he de realitzar jo sol.

Es podria dir que moltes de les tècniques que utilitzen els estudis es coneixen i que només hauria de copiar el que fan els estudis per tenir un resultat correcte, però no és així, perquè en les situacions que treballen els estudis són les ideals mentre que jo he d'aconseguir arribar al resultat final en menys temps del que ho faria un estudi i treballant una persona sola en comptes de varies, per tant

per aconseguir realitzar tot el que es vol s'haurà d'investigar i trobar altres vies per arribar al mateix resultat.



Img 2-2: Pipeline dels efectes visuals

Alguns dels exemples de les tècniques que no les podria reproduir serien tots els casos dels estudis punters que utilitzen softwares derivats dels programes que són accessibles al consumidor.

Com seria el cas de *Industrial Light and Magic* que utilitza dos softwares derivats del software comercial de i han desenvolupat versions pròpies per al seu estudi de *Plume* (Software per simulació de volums) i *Fracture* (software per simulacions de cossos rígids). L'estudi *The Mill* per la seva banda també ha creat a la seva manera un software similar a Houdini per la creació de simulacions de fluids.

Aquest cas es repeteix per la majoria d'estudis en una gran part de les disciplines, per tant podríem dir que es coneix la base de partida però per arribar a l'objectiu final s'ha de trobar una solució alternativa.

OBJECTIUS GENERALS

L'objectiu general d'aquest projecte consisteix a crear un tràiler per a un curt de ciència-ficció en un món postapocalíptic amb una gran part d'efectes visuals generats per ordinador.

Aquests efectes consistiran en la generació d'assets de manera procedural, simulacions dinàmiques de rígids, partícules, fluids, fum i foc, creació d'objectes en 3D i Matte Paintings.

Tots aquests efectes i tot el material generat, s'integraran a sobre del material gravat per obtenir una peça unificada visualment.

OBJECTIUS ESPECÍFICS

Els objectius específics del projecte consistiran en:

- Gestionar un equip de diverses persones en àmbits que no són la meua especialitat.
- Aconseguir representar tot el que s'ha pensat en preproducció, en el vídeo final.
- Trobar noves tècniques i desenvolupar processos per agilitzar tasques complexes.
- Crear simulacions que siguin físicament correctes.
- Aconseguir una integració correcta i que tots els elements generats per ordinador estiguin ben integrats en l'entorn.
- Gestionar correctament tot el material generat i planificar correctament tots els processos necessaris.
- Obtenir un projecte de molt alta qualitat on es pugui observar tota la feina i complexitat que comporta i que serveixi de referència per futurs projectes similars.

ABAST DEL PROJECTE

L'abast del projecte inclou tot el procés de creació del tràiler pel curt, des del plantejament de la idea inicial fins a la direcció de tota la preproducció i producció, i acabant tota la postproducció i els efectes visuals fins a aconseguir el vídeo final.

Concretament dins el projecte a part de les tasques de direcció de l'equip, en la creació dels efectes visuals s'han de preparar tots els plans del tràiler per ser treballats, generar el contingut 3D i les simulacions per incorporar-se a les imatges gravades, finalment compondre i integrar tots els elements obtenint el vídeo definitiu.

Les eines que s'utilitzaran per realitzar totes aquestes tasques principalment seran Nuke, PFTrack, Houdini, Cinema 4D i Maya, addicionalment si es requerís per les condicions, es podria utilitzar algun altre software que fos més adient.

Els problemes que podrien sorgir a l'hora de crear tots els efectes visuals per al tràiler podrien ser de diferents tipus, el principal problema que podria sorgir tot i que s'ha contemplat dins de la planificació per tenir-ho en compte, podria ser que per generar alguns efectes es requereixi càlculs molt complexos, que l'ordinador trigui un temps del qual no es disposa i s'haurien de buscar alternatives per als càlculs, sigui fraccionant-los o reduint la quantitat d'informació. Un altre problema que també està contemplat, podria ser un temps de render molt elevat per a tots els elements que s'han de generar, que es podria solucionar o bé reduint la qualitat a la qual s'obté la imatge final, o també es podrien aconseguir més recursos per renderitzar siguin en granges de render o utilitzant equips addicionals.

Altres problemes que s'han tingut en compte com la falta de temps per poder realitzar totes les tasques o problemes en la creació dels elements que s'han de generar com que es disposa de diversos ordinadors hi ha un cert marge de maniobra per arribar a l'objectiu final.

El projecte podríem dir que va dirigit a tres grans grups de persones, el primer grup seria als entusiastes del cinema o de la ciència-ficció, ja que una de les idees del curt i del tràiler era que tingués una trama interessant i que fos atractiu no només pels seus efectes visuals sinó pel públic que vol gaudir d'una pel·lícula amb una trama atractiva.

Un altre dels grups als quals va dirigit el projecte, seria el grup que podríem dir dels estudiants o de gent que aspira a treballar en aquest sector creant un tipus de contingut similar, ja que la intenció del projecte és crear un tràiler per a un curt seguint el flux de treball més professional possible, és una manera de mostrar que si es té el temps, coneixements i molta motivació no fan falta una gran quantitat de recursos per aconseguir resultats excel·lents, d'aquesta manera podrà servir com a inspiració per a la gent que aspira a aconseguir resultats similars.

Per altra banda l'altre grup al qual va dirigit seria als professionals que actualment estan treballant en la indústria dels efectes visuals, ja que són el tipus de persona que coneixen com funcionen aquest tipus de projectes i realment podrien apreciar tota la feina i complexitat que hi ha dins del projecte. L'altre aspecte pel qual va dirigit a aquest grup seria que en la creació dels efectes visuals s'utilitzaran tècniques específiques per crear les simulacions o

els objectes i serien tècniques que molt probablement es podrien fer servir per ser aplicades en producció a una escala més gran.

La idea és que un cop acabat el projecte qualsevol persona interessada pugui conèixer com s'ha realitzat tota la part d'efectes visuals i per tant que fins a un cert punt es puguin replicar alguns dels efectes o tenir més idea de per on començar a crear certes parts. Per altra banda també és la intenció que es pugui utilitzar com a referència de projectes que es poden realitzar sense tenir gaires recursos, però ajuntant un grup de gent que sap com s'han de fer les coses perquè quedi tot perfecte.

Per aquest projecte la idea era poder fer-lo servir com una peça per ensenyar en el meu showreel personal i demostrar la capacitat de portar un projecte d'aquestes característiques de principi a final, també per poder demostrar les qualitats tècniques i creatives a l'hora de crear tot el contingut 3D ja sigui la creació d'objectes 3D, les simulacions dinàmiques de tot tipus o la integració dels elements 3D en les imatges reals.

Totes aquestes són habilitats i tècniques que es troben en els perfils professionals actualment, que s'han explicat en detall en l'anàlisi de mercat. Per tant el perfil que es busca assolir en aquest projecte és un perfil amb una gran sortida professional com és el de FX TD o de Compositor.

Un altre punt important del projecte era que tothom que hi participés tingués una certa llibertat per fer aquest projecte com més els hi agradés i de la manera que els hi fos més còmode, així tothom obtindria un resultat satisfactori de la feina que ha dut a terme i podria fer servir aquest projecte com a carta de presentació.

Així podríem dir que tots els integrants del projecte ens beneficiarem directament del seu resultat, a part de tota la gent que també se'n beneficiï gràcies a la informació que pugui obtenir de tots els efectes visuals creats o dels elements tècnics o creatius que es puguin reconèixer veient el projecte.

3. ANÀLISI DE MERCAT

Per tal de tenir una representació més clara de les feines professionals en aquest sector s'han estudiat les diferents empreses encarregades d'aquests tipus de projectes en l'àmbit internacional i nacional, com també els perfils professionals que es busquen i quines són les seves tasques.

PRINCIPALS EMPRESES INTERNACIONALS

Dins les principals empreses internacionals trobem que la gran majoria es troben al Regne Unit, Estats Units o Canadà. On aquestes són les més importants:

Double Negative (DNeg):

Es tracta d'una de les principals empreses de VFX en l'àmbit mundial, fundada l'any 1988 a Londres i actualment té una gran quantitat de seus per tot el món com el Regne Unit, Canadà, Estats Units i la Índia. En aquesta empresa s'hi desenvolupen una gran varietat de projectes de VFX repartits entre més de 3000 treballadors en les diferents seus.

En total han participat en una gran quantitat de pel·lícules però se'n poden destacar algunes com *Inception*, *Interstellar*, *Ex Machina* i *Blade Runner 2049*, per les quals van guanyar *Academy Awards*.

Industrial Light & Magic (ILM):

ILM va ser l'estudi de VFX fundat l'any 1975 per George Lucas quan es va començar la producció de la primera pel·lícula de *Star Wars*, la seu principal actualment es troba a San Francisco, però té altres seus a Vancouver, Londres i Singapur.

Amb uns 1000 empleats es pot considerar l'empresa que ha creat més avanços en el món dels efectes visuals i l'empresa de referència en l'àmbit de les grans produccions que es realitzen.

Moving Picture Company (MPC):

Aquesta empresa es podria considerar la més gran actualment pel que fa a la quantitat d'empleats. Va ser fundada l'any 1974 a Londres, tot i que fins al 1995 no va començar a participar en pel·lícules importants, però avui en dia té una gran quantitat de seus a Londres, Vancouver, Los Angeles, New York, Montreal, Amsterdam, París i Bangalore.

Les diferents divisions de l'empresa s'encarreguen de crear efectes visuals per pel·lícules, publicitat, televisió i videoclips.

Es pot destacar la seva participació en les pel·lícules de *Life of Pi* i *The Jungle Book*, per les que va rebre *Academy Awards*, entre moltes altres nominacions.

Framestore:

L'estudi va ser fundat l'any 1986 a Londres, actualment té diverses seus a Londres, Canadà i Estats Units. Arribant a ser un dels estudis més importants d'Europa amb uns 1500 treballadors. Una de les principals característiques per la qual és més conegut aquest estudi és per la gran capacitat que tenen per crear personatges i animals digitals semblant completament reals. Per altra banda han guanyat *Academy Awards* per la seva feina en pel·lícules com *The Golden Compass* o *Gravity*.

The Mill:

Aquest estudi tot i ser un dels més importants en l'àmbit mundial, a diferència dels altres només es dedica a la publicitat.

Va ser fundat l'any 1990 a Londres i actualment té diferents seus a Londres, New York, Los Angeles i Chicago.

Les tasques que es realitzen a l'estudi engloben tota la producció dels anuncis, des de l'art conceptual, la supervisió de rodatges i tots els efectes visuals necessaris, sempre mantenint uns estàndards de qualitat molt elevats reflectits així en el seu prestigi.

PRINCIPALS EMPRESES NACIONALS

En l'àmbit nacional les empreses acostumen a ser més petites i duen a terme produccions no tant complexes, tot i això s'hi poden trobar varies empreses conegudes en l'àmbit internacional. Entre elles:

El Ranchito:

És una de les principals empreses espanyoles de VFX per cine, televisió i publicitat, fundada a Madrid l'any 2004.

En total l'empresa consta d'uns 150 treballadors, entre les produccions més famoses a les que ha participat s'inclouen títols de pel·lícules com *Agora*, *Lo Imposible* i *Un Monstruo Viene a Verme*, també ha participat en seqüències de la famosa sèrie de televisió *Game of Thrones*. La seva participació en aquestes produccions ha sigut reconeguda amb diversos premis *Goya* i *Visual Effects Society Awards*.

Ilion Animation Studios:

Aquest estudi a diferència de tota la resta només se centra en pel·lícules d'animació, es va fundar l'any 2002 a Madrid, però la seva primera pel·lícula d'animació va ser *Planet 51* l'any 2009.

En aquesta pel·lícula hi van treballar fins a 350 persones i va ser el treball que va donar a conèixer l'estudi internacionalment.

Actualment es dedica a la producció de pel·lícules d'animació per tot el món consolidant-se com un estudi d'animació punter.

Trizz Studio:

Trizz és un estudi de producció de Barcelona, fundat l'any 2010 i especialitzat en projectes on es combinen els efectes visuals amb escenes reals.

La majoria de projectes que desenvolupen són per televisió o publicitat, però la seva principal característica consisteix en la innovació i la capacitat de portar els efectes visuals fins a l'extrem per tal de transmetre l'essència de cada producte.

PERFILS PROFESSIONALS

Un cop ens trobem en aquestes empreses punteres en el món dels efectes visuals, el perfil de generalista que consisteix en el fet que una persona realitza diverses tasques, desapareix i el que ens trobem són perfils molt específics per realitzar cada tasca concreta.

Aquests perfils acostumen a ser iguals en totes les empreses tot i que en funció de la dimensió de l'empresa encara poden ser més específics i es poden ordenar per jerarquies en funció de l'experiència professional.

Concept Artist:

S'encarreguen de crear els dissenys inicials a partir de les idees proporcionades pel client o supervisors interns. És un perfil artístic que es basa a crear imatges estàtiques per després ser creades en producció.

3D Modeller:

Es basa en la creació de models 3D digitals per després ser utilitzats en producció, aquests elements poden ser des de models orgànics com persones fins a estructures i entorns, aquests elements després seran utilitzats per altres departaments per ser pintats o animats.

Texture Artist:

S'ocupen de la creació de textures fotorealistes dels objectes que prèviament s'han creat en 3D, s'utilitzen imatges de referència, fotografies realitzades especialment per aquest procés o també es poden crear des de zero per tal de complir amb les característiques dels objectes.

Rigger:

Es tracta d'un perfil molt tècnic, ja que són els encarregats de crear els esquelets i programar tots els moviments dels objectes creats en 3D, siguin vehicles, personatges o qualsevol tipus d'objecte que necessiti ser animat.

Animator:

Els animadors són els encarregats de crear els moviments i les animacions de manera realista de tots els personatges i elements que intervenen en les produccions, s'utilitzen referències d'actors realitzant els moviments reals per després ser reproduïts o en el cas de no ser possible es creen intentant ser el més fidel possible a la realitat.

Groom Artist:

La seva funció és implementar simulacions de cabells, pèl, plomes o músculs a partir de l'animació en els personatges creats per tal d'augmentar el realisme d'aquests personatges.

Matchmover:

Un cop s'han realitzat les gravacions dels plans s'han de recrear els moviments de càmera en 3D per poder afegir tots els elements digitals, en el matchmoving es calculen tots aquests moviments i es creen objectes bàsics per representar l'escena que després es completarà en els diferents departaments, també poden realitzar les funcions de calcular els moviments de persones o objectes per ser modificats en postproducció.

Roto Artist:

Són els encarregats de preparar els plans per després ser treballats pels compositors, la seva tasca consisteix en l'eliminació de fils o elements del rodatge que no han de ser visibles, també creen la base de les màscares que després s'utilitzaran per amagar parcialment i distribuir en l'escena els elements creats en 3D.

FX TD:

La funció d'aquest perfil és la de generar, a partir dels elements creats en 3D, sistemes procedurals i tot tipus de simulacions dinàmiques de partícules, volums, cossos rígids, líquids, tela i pèl. Per altra banda a part de generar els efectes, també són els encarregats que aquests efectes semblin completament reals i de realitzar una preparació base per facilitar la feina als compositors a l'hora d'integrar-los en tota la imatge.

Lighting Artist:

Són els encarregats de crear la il·luminació i renderitzar tots els elements que s'han generat en tot el procés de la postproducció, aplicant les textures creades als elements i aconseguint una il·luminació adequada per a la imatge, ja sigui per ser integrada en un entorn real o un entorn completament digital.

Digital Matte Painters:

En aquest departament es creen matte paintings que serveixin com a fons de les imatges o per modificar elements gravats, tot aquest contingut es genera a partir d'imatges de manera que no hi ha una necessitat de crear elements addicionals en 3D i així s'estalvien costos de producció.

Compositor:

La composició representa el pas final en els efectes visuals i es tracta d'integrar tots els diferents elements que s'han creat durant el procés de postproducció per tal d'obtenir una imatge coherent i creïble amb tots els elements reals i digitals. Per altra banda també s'acostumen a realitzar les tasques d'extreure els cromes verds o blaus dels rodatges per tal d'integrar tots els elements.

4. CONTEXTUALITZACIÓ

TRÀILERS DE CIÈNCIA FICCIÓ

Els tràilers en la majoria de pel·lícules s'utilitzen per promocionar i generar interès cap a l'estrena posterior de la pel·lícula o curt al que fan referència.

Des dels inicis del segle XX que es va començar a utilitzar els tràilers com a forma de promoció per a pel·lícules han anat canviant molt el seu estil.

Als inicis els tràilers consistien a ensenyar parts interessants de la pel·lícula, però a causa del mètode que s'utilitzava d'ensenyar els tràilers després de la pel·lícula, no tenien una eficàcia gaire alta, ja que la gran part dels espectadors marxava un cop havia vist la pel·lícula i no veia el tràiler.

Cap als anys 50 es va canviar el mètode d'utilitzar els tràilers i ja consistien en diverses imatges de la pel·lícula amb text sobre impressionat, descrivint la història i alguns també incloïen narracions de la pel·lícula per tal de transmetre un missatge clar i ràpid.

Pocs anys més tard ja es van començar a crear tràilers sense text, tenint una edició ràpida per generar interès entre el públic. Fins al dia d'avui s'han utilitzat aquestes tècniques, però ha aparegut molta més varietat d'estils i es poden trobar des de tràilers amb edició ràpida i una música que generi tensió fins a tràilers amb una edició lenta i texts explicant fets de la història.

A Monster Calls Trailer. [Online]. [Consulta: 24 Feb 2018]. Disponible:

<https://www.youtube.com/watch?v=R2Xbo-irtBA>

Meru Trailer. [Online]. [Consulta: 24 Feb 2018]. Disponible:

<https://www.youtube.com/watch?v=qdWzTqyMtSU>

Ghost in the Shell Trailer. [Online]. [Consulta: 24 Feb 2018]. Disponible:

<https://www.youtube.com/watch?v=G4VmJcZR0Yg>

Mad Max: Fury Road Trailer. [Online]. [Consulta: 24 Feb 2018]. Disponible:

<https://www.youtube.com/watch?v=hEJnMQG9ev8>

En aquests tràilers actuals de pel·lícules d'estils molt diferents, es pot observar com indiferentment de l'estil de la pel·lícula, es mantenen els conceptes dels anys 60, ja que es poden observar tràilers amb edicions lentes i textos explicatius sobre la història i altres amb unes edicions més ràpides i música més tensa. En tots els casos es pot afirmar que transmeten el contingut de la història

i augmenten l'interès de cara a veure la pel·lícula sencera i descobrir com acaba realment la història.

Els tràilers de ciència-ficció tenen la mateixa finalitat que la resta de tràilers, però podríem dir que en una quantitat molt elevada de casos en els tràilers es pot apreciar com serà el contingut d'efectes visuals de les pel·lícules i així veure les escenes que poden ser més impactants i generar un gran interès gràcies a aquests efectes.

Com a mostres dels tràilers de pel·lícules de ciència-ficció que s'estan realitzant actualment aprofitarem per comparar el tràiler més recent de l'última pel·lícula de *Star Wars: The Last Jedi* la qual disposa d'un pressupost molt elevat amb el tràiler del curt de *Caronte* que té una temàtica similar, però s'ha creat amb un pressupost molt baix.

Amb aquesta comparació podrem observar la mateixa situació en la qual ens trobem en la creació d'aquest projecte on intentem crear un producte similar a les grans produccions però amb un pressupost inexistent.



Img 4-1: Tràiler "Star Wars - The Last Jedi"



Img 4-2: Tràiler "Caronte"

Star Wars: The Last Jedi Trailer. [Online]. [Consulta: 19 Feb 2018].

Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=Q0CbN8sfihY>

Trailer of Caronte. [Online]. [Consulta: 19 Feb 2018].

Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=T6wn5BXCahM>

En aquests dos tràilers es pot observar com s'ha utilitzat una edició lenta a l'inici amb una veu en off narrant continguts de la història, a mesura que va avançant el tràiler l'edició es torna més ràpida i la intensitat de la música incrementa. En els dos casos utilitzant els recursos disponibles es pot transmetre la història que pretén explicar i augmenten l'interès de cara a veure el producte final. Tenint en compte que tractant-se de dues produccions que depenen en gran quantitat dels efectes visuals i la capacitat de crear-los, la qualitat del producte final es deu en la diferència de pressupost que permet desenvolupar i crear un projecte com *Star Wars*.

EFFECTES VISUALS

Com hem pogut observar els efectes visuals tenen una gran importància en les pel·lícules i curts de ciència-ficció que es creen actualment.

Els efectes visuals es coneixen com el camp on s'inclouen els elements que s'han creat o modificat després del rodatge, que no s'haurien pogut gravar en directe. En la majoria dels casos actualment s'utilitzen una gran varietat de tècniques, per tal de crear completament una escena en postproducció o per integrar contingut generat per ordinador en imatges reals.

L'inici dels efectes visuals va ser a principis del segle XX, on es va començar a realitzar animacions a partir d'il·lustracions de còmics, creant cada imatge individualment i projectant el contingut a una quantitat elevada d'imatges per

segon per generar l'efecte de moviment. El següent avanç dins els efectes visuals va ser la utilització de miniatures per tal de recrear escenaris que en aquella època serien impossibles de recrear, aquesta tècnica s'ha anat millorant i encara és utilitzada en certes situacions actuals.

També es va començar a utilitzar la tècnica coneguda com a *stop motion*, a la pel·lícula *Jason and the Argonauts* del 1931, utilitzant titelles que es van modificant a cada fotograma per acabar obtenint una sensació de moviment fluid.



Img 4-3: *Jason and the Argonauts Stop Motion*

Cap als anys 50 es va començar a realitzar efectes alterant el resultat que s'obtenia de la gravació, inicialment van ser efectes realitzats gravant el contingut de manera natural i després aconseguir l'efecte desitjat utilitzant la gravació al revés. Altres efectes que també eren comuns en aquesta època, eren tècniques que es duïen a terme modificant la càmera, ja sigues parant-la i movent objectes o utilitzant màscares, per tal d'exposar només una part del negatiu i així poder realitzar diverses exposicions sobre el mateix fotograma, una altra opció que s'utilitzava era la de pintar elements manualment a sobre de les imatges per tal d'afegir elements imaginaris.

A partir d'aquest punt, el següent gran avanç va ser l'any 1985 quan *Pixar* va crear la primera pel·lícula d'animació per ordinador. Un cop arriba aquest moment gràcies als avenços tecnològics, es van poder millorar tècniques i desenvolupar noves tecnologies que permetrien arribar a crear un actor principal tot generat per ordinador a *Terminator 2*.



Img 4-4: Pel·lícula Toy Story

La utilització dels efectes visuals ja començava a ser més habitual i es van crear pel·lícules com *Toy Story* l'any 1995, completament animades per ordinador.

Des de llavors els efectes visuals no han parat de millorar gràcies als avenços tecnològics dels ordinadors i softwares, que han permès capturar moviments de persones per implementar-los a personatges creats per ordinador, crear mons completament imaginaris o replicar actors que ja van morir fa anys en pel·lícules actuals.

Avui en dia es coneixen els efectes visuals com la tècnica per generar explosions i elements que no poden ser reals, però realment serveixen per generar qualsevol element i si estan ben executats, poden semblar invisibles i contribuir a la narració de la història com si fossin elements que conviuen amb la realitat.

Per tant podríem dir que els efectes visuals es poden crear en funció de la seva necessitat. A vegades hi ha situacions que es podrien gravar realment, però serien molt perilloses per la seguretat dels actors o participants en el rodatge, on per aquest mateix motiu actualment s'estan utilitzant dobles digitals dels actors per poder realitzar qualsevol tipus d'escenes sense cap perill.

Per altra banda es poden utilitzar quan resulta més eficient generar tot el contingut digitalment que no fer-ho en el rodatge, com podria ser escenes de recrear un estadi ple d'aficionats, ja que resulta més fàcil crear tot el públic i l'estadi digitalment que no llogar l'estadi i contractar tots els extres per omplir-lo, tot això sense tenir en compte la flexibilitat que aporta generar-ho en postproducció.



Img 4-5: Tràiler "Thor – Ragnarok"



Img 4-6: Curt "Still Falls the Rain"

Thor: Ragnarok Trailer. [Online]. [Consulta: 20 Feb 2018].

Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=ue80QwXMRHg>

Still Falls the Rain Short. [Online]. [Consulta: 20 Feb 2018].

Disponible: <https://vimeo.com/54004198>

Aquests dos tràilers actuals mostren el punt en el qual s'ha arribat amb els efectes visuals, ja que aquests es tracten de dos projectes amb una gran quantitat d'efectes visuals, però un es tracta d'un projecte universitari i l'altre d'una producció multimilionària. En els dos casos es pot observar que gràcies als efectes visuals s'ha pogut explicar una història que d'altra manera no seria possible, per tant es podria dir que els efectes visuals han arribat a un punt que independentment del seu pressupost o de la seva aplicació, permeten que amb la creativitat dels directors es puguin reproduir tota mena de situacions i crear qualsevol història imaginada.

CREACIÓ MODELS 3D

El següent punt important dins els efectes visuals consisteix en la creació de models 3D, els quals els poden crear d'una gran varietat de maneres.

La manera tradicional de crear models a partir d'objectes reals en 3D es tracta del modelatge poligonal a partir d'imatges de referència, on s'utilitzen diferents vistes ortogonals de l'objecte a modelar per així tenir els punts de vista des de tots els angles i així poder crear tots els detalls.

Habitualment se sol començar a modelar partint d'un objecte base com un pla, un cub o una esfera. A partir d'aquí manualment es van creant nous polígons i nous vèrtexs, modificant-ne la posició per tal que coincideixin amb les imatges de referència que s'utilitzen a les diferents vistes ortogonals.

Una altra tècnica que cada cop s'utilitza més en la creació de models orgànics, consisteix en l'escultura digital que es basa a crear models com si es tractés d'escultura real.

El punt de partida de l'escultura digital normalment també són imatges de referència, llavors es comença creant una estructura base del model seguint les imatges de referència i es van creant des dels detalls més grans fins als més petits. D'aquesta manera es va comprovant si les formes generals són correctes i a mesura que es va avançant, es van afegint els detalls amb més resolució a les parts corresponents.

Més recentment s'han començat a utilitzar tècniques que no eren pròpies dels efectes visuals fa uns anys, ja que veient el potencial que podien arribar a oferir s'ha optat per desenvolupar fluxos de treball per incorporar-les i així poder crear continguts de manera molt més eficient.

En una entrevista amb el Co-Fundador i supervisor de VFX de *Rise* es pot llegir que a la pregunta de com han creat la ciutat de Berlín, respon que s'ha realitzat tot a partir del seu departament de LiDAR i només algun edifici concret s'ha modelat manualment, després de buscar més informació trobem l'empresa que pertany a *Rise* que es dedica al 3D scanning amb LiDAR.

Entrevista amb Robert Pinnow, Rise. [Online]. [Consulta: 20 Feb 2018].

Disponible: <http://www.artofvfx.com/babylon-berlin-robert-pinnow-vfx-supervisor-rise/>

Pointcloud9, Rise. [Online]. [Consulta: 20 Feb 2018].

Disponible: <http://www.pointcloud9.com/>

La tecnologia LiDAR que utilitzen a *Rise* consisteix en un escaneig làser de 360° que permet obtenir un model 3D en un radi de fins a 120m amb una sola captura i realitzant diferents captures es poden obtenir àrees més grans.

Segons la seva pàgina web en 5 minuts s'obté una referència de tot l'espai que ja pot servir com a un punt de partida i en 10 minuts pots arribar a obtenir el relleu dels maons d'una paret, tenint una precisió de 0,3mm.

Aquesta tècnica es basa en el càlcul que realitza l'escaneig làser per poder generar un núvol de punts segons les posicions a les quals ha calculat les interseccions amb objectes i edificis, a partir d'aquí es té en compte la posició dels punts i es connecten entre ells els punts més propers per acabar obtenint una malla poligonal construïda per tots els punts escanejats.

Per tant podem observar com l'aplicació d'aquesta tècnica en combinació amb altres tècniques mencionades en l'entrevista es poden generar àrees molt extenses d'una ciutat en qüestió de molt poc temps, que si es realitzés d'una altra manera es necessitaria moltes persones i moltes hores de feina.



Img 4-7: Models 3D dels edificis creats a partir del LiDAR

Una alternativa eficaç que també s'utilitza actualment i que es troba a l'abast de molta més gent que no la tècnica del LiDAR, es tracta de la fotogrametria.

La fotogrametria consisteix en la realització d'un escaneig de qualsevol objecte a partir d'imatges captades amb una càmera convencional al voltant de l'objecte que es vol escanejar. Aquesta tècnica aporta molta flexibilitat a l'hora de realitzar captures d'objectes, ja que en realitzar les fotografies amb una càmera convencional, es pot portar a gairebé qualsevol lloc. Per obtenir escanejos de molta qualitat sí que és necessari tenir l'objecte sota unes condicions

d'il·luminació controlades i realitzar les imatges amb càmeres capaces d'obtenir resultats nítids amb molt detall.

Un cop captades les imatges es poden processar dins el software per obtenir un núvol de punts de l'objecte, posteriorment filtrar aquests punts i obtenir un objecte en 3D amb les textures originals per ser manipulat.

El software que s'utilitza actualment per la fotogrametria es tracta del software desenvolupat per l'empresa *Agisoft*, el *Agisoft Photoscan* és un software molt complet que permet realitzar totes les funcions necessàries per obtenir un objecte correcte en 3D i d'una manera molt senzilla i intuïtiva.

Agisoft Photoscan. [Online]. [Consulta: 20 Feb 2018].

Disponible: <http://www.agisoft.com/>

La utilització d'aquesta tècnica combinada amb tècniques convencionals per crear objectes 3D resulta en una manera molt potent i accessible per recrear objectes reals en 3D.

Un cop es té aquesta base es poden desenvolupar sistemes procedurals per poder modificar variables aleatòriament i així en el cas que s'estiguin creant edificis, es pot obtenir una quantitat elevada d'edificis que segueixin un mateix estil, però tenint diferències basades en l'escaneig inicial i les modificacions corresponents.

Simon Holmedal – Procedural in Motion. [Online]. [Consulta: 20 Feb 2018].

Disponible: <https://vimeo.com/237163361>

Les tècniques procedurals que s'expliquen en aquesta conferència, s'apliquen en situacions similars en una gran varietat de projectes, ja que com es pot observar, un cop s'ha desenvolupat l'eina principal, alterant alguns paràmetres s'obtenen resultats que segueixen un mateix estil i uns mateixos patrons però no són idèntics un de l'altre. Això com s'ha comentat permet generar gran quantitat d'elements de manera automàtica sense obtenir repeticions i és l'aproximació inicial per la qual s'optarà en aquest projecte.

SIMULACIONS DINÀMIQUES

Les simulacions dinàmiques consisteixen en la creació d'elements que es veuen afectats per l'estat en el que es trobava l'element en el fotograma anterior i a més poden reaccionar interactuant amb elements reals o tenir comportaments físics.

Les simulacions es poden classificar en diferents tipus segons els elements que hi intervenen.

Les simulacions de cossos rígids també conegudes com *RBD* consisteixen en la simulació d'elements que es comporten com a un element rígid, el qual no pot modificar la seva forma, però reacciona a col·lisions amb altres objectes podent així ser desplaçat per forces com la gravetat o per impactes amb altres objectes. L'altre tipus de simulacions que es realitzen amb geometria consisteix en les simulacions de cossos tous conegut com a *soft bodies* o *FEM*. Aquestes simulacions segueixen els mateixos principis que les de rígids amb l'única diferència que en aquest cas els elements sí que es poden deformar o fracturar. Per altre banda hi ha les simulacions de fluids que consisteixen en la simulació de partícules que interaccionen entre elles, tenint en compte l'estat de les partícules del seu entorn per tal de calcular les diferents forces que han d'afectar el fluid en cada punt. Els fluids també poden generar col·lisions amb diferents objectes i reaccionar a diferents forces.

Les simulacions de partícules funcionen de manera semblant a les de fluids però amb la diferència que cada partícula realitza els càlculs per ella mateixa i no es tenen en compte les partícules com a un conjunt, per tant totes les forces i col·lisions s'apliquen a cada partícula individualment i no en un conjunt com als fluids.



Img 4-8: Combinació de simulacions de rígids amb volums

Per últim trobem les simulacions de volums basades en vòxel/s que s'utilitzen per la creació d'elements de tipus fum i foc, aquest tipus de simulació pot tenir col·lisions amb qualsevol tipus d'objectes però les forces a les que reacciona són diferents a tota la resta, ja que la simulació no es basa en punts sinó en camps de tres dimensions amb diferents valors de densitat, temperatura i velocitat, entre altres.

Com hem pogut observar, es poden crear simulacions de moltes maneres diferents, però a nivell de producció cada estudi acostuma a desenvolupar workflows propis per crear cada simulació i en la majoria de casos s'utilitzen eines que no són accessibles al consumidor.

Una pel·lícula que recentment va demostrar la complexitat a la qual podien arribar les simulacions dinàmiques era *Deepwater Horizon* on es recreava el desastre de l'any 2010 quan una plataforma petroliera va explotar i provocar un gran vessament de petroli.

Visual Effects for Deepwater Horizon. [Online]. [Consulta: 20 Feb 2018].

Disponible: https://www.youtube.com/watch?v=_i0XuA9KLEo

Per aquesta pel·lícula l'estudi *Industrial Light and Magic* va haver de recrear una gran quantitat de simulacions de foc i explosions per representar totes les escenes a la plataforma petroliera, en una entrevista del supervisor d'efectes visuals de la pel·lícula es pot llegir com explica el procés de creació de les simulacions utilitzant software propi de l'empresa que no és accessible al consumidor.

Entrevista amb Craig Hammack, ILM. [Online]. [Consulta: 20 Feb 2018].

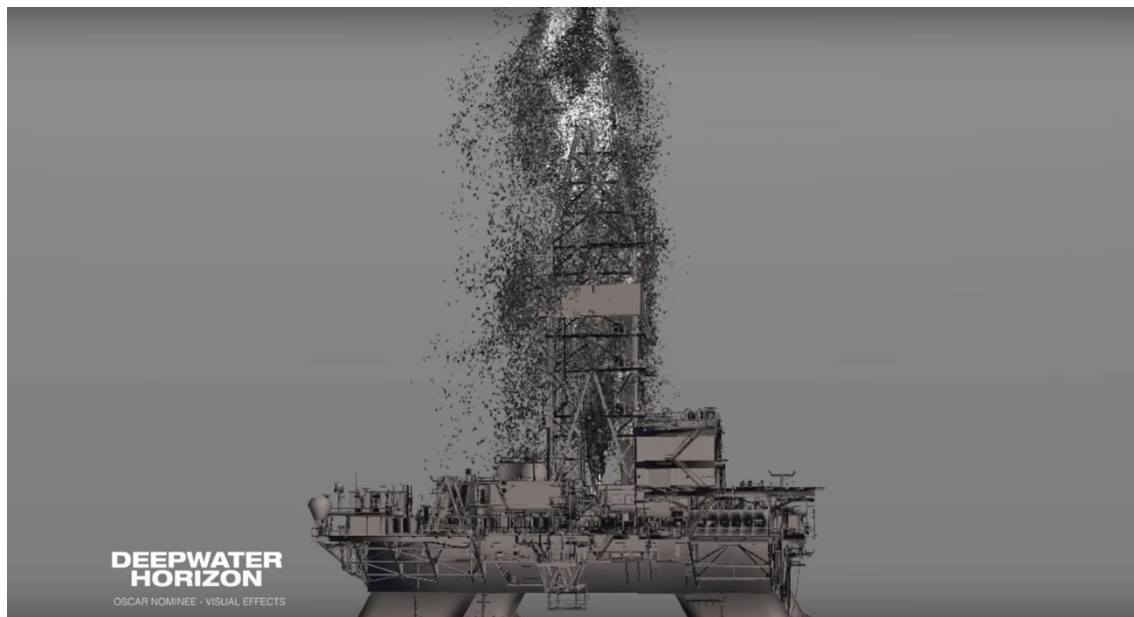
Disponible: <http://www.artofvfx.com/deepwater-horizon-craig-hammack-vfx-supervisor-industrial-light-magic/>

ILM Plume System Academy Award. [Online]. [Consulta: 20 Feb 2018].

Disponible: <https://www.ilm.com/awards/ilm-plume-system-awards/>

Funcionament Plume. [Online]. [Consulta: 20 Feb 2018].

Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=-FqzK6zJvwE>



Img 4-9: Simulacions de partícules a Deepwater Horizon

Sobre els continguts que apareixen a l'entrevista es pot trobar poca informació sobre el seu funcionament, ja que la majoria de continguts són confidencials, però el que sí que es pot veure és com el software *Plume* que utilitzen per generar totes les simulacions va rebre un *Academy Award* l'any 2013, sobre el seu funcionament es coneix que funciona sobre la plataforma *Zeno*, que el mateix any també va rebre un *Academy Award*.

El software *Plume* és una extensió del software *Zeno* que serveix com a base per tots els seus programes, *Plume* conté una gran llibreria d'efectes que han creat per tal de facilitar als artistes el punt de partida de qualsevol tipus de simulació, després es té el control sobre tots els aspectes de la simulació per poder dur a terme una direcció artística dels elements. Per agilitzar encara més el procés s'utilitza la potència de les targetes gràfiques actuals per realitzar totes les tasques, des de la creació inicial dels efectes fins a la simulació i el renderitzat, per tant en poques hores és capaç de generar el que utilitzant el software comercial, habitualment es generaria en qüestió de dies.

RENDERITZAT

El procés de renderitzat és un procés clau per poder convertir tot el material que s'ha generat per ordinador a imatges que es puguin utilitzar en el vídeo final. Aquest procés sempre ha estat conegut per ser un procés molt llarg i que necessita una gran quantitat de recursos per poder realitzar les tasques a una velocitat correcta per a producció.

Aquest procés consisteix en el càlcul que realitza l'ordinador per convertir els arxius 3D a informació en 2D que conté el color de cada píxel. Dins d'aquest procés hi poden haver diferents maneres de realitzar els càlculs.

Les maneres més ràpides i que requereixen un menor cost computacional són les quals obtenen representacions en 2D dels objectes però aquests no es visualitzen de manera fidel a la realitat.

Un cop ja s'utilitzen mètodes de càlcul que tenen en compte les propietats de la llum i del material que estan formats els objectes, el cost computacional comença a ser més elevat.

Entre ells hi ha mètodes com el *scanline rendering* o el *ray tracing* que es basen a calcular el camí que segueix la llum dins de l'escena i simular els efectes reals que té la llum sobre els objectes, tots aquests efectes s'han de configurar manualment cosa que comporta que sigui un mètode molt més complex, però a l'hora també es té molt més control sobre tots els elements.

Per altra banda hi ha el mètode de *path tracing* que de manera natural incorpora els efectes que en els altres mètodes s'han de configurar manualment, això resulta en un mètode molt més senzill, però sense tanta possibilitat per ser configurat, que pot arribar a ser un problema per obtenir certes imatges de qualitat molt alta en poc temps.

En els últims anys s'han desenvolupat molts avanços gràcies a la indústria dels videojocs, ja que s'ha començat a utilitzar les targetes gràfiques dels ordinadors com es feia en els videojocs però per renderitzar.

Anteriorment el procés de renderitzat sempre es duia a terme amb el processador de l'ordinador, però ara en utilitzar les targetes gràfiques amb programes com *Redshift* o *Octane* es poden aconseguir millores de fins a 10 o 50 cops més ràpid que utilitzant el processador, sempre en funció de la imatge.



Img 4-10: Temps de renderitzat d'un frame amb Arnold 5 (CPU)



Img 4-11: Temps de renderitzat d'un frame amb Redshift (GPU)

Tot i aquestes millores que especialment se'n poden beneficiar els usuaris professionals, els grans estudis també han desenvolupat nous mètodes per renderitzar que els proporcionin més potència.

El mètode escollit per la majoria d'estudis és el de crear una granja de render pròpia i acumular una gran quantitat d'ordinadors només per renderitzar els seus projectes i tenir-los disponibles en qualsevol moment.

Una altra opció és la que ha desenvolupat l'estudi *Atomic Fiction* que han optat per utilitzar "cloud rendering" en comptes de crear la seva granja de render. Han sigut dels primers estudis importants a intentar adoptar aquesta nova manera i per això han desenvolupat un software anomenat *Conductor* per integrar en el pipeline de qualsevol estudi, que permet utilitzar una quantitat il·limitada d'ordinadors externs de proveïdors com *Amazon* a través d'internet, per tenir accés a potència per renderitzar on només es paga per l'ús i no hi ha costos fixos com quan es té la granja de renders pròpia.

Atomic Fiction, Conductor. [Online]. [Consulta: 20 Feb 2018].

Disponible: <http://www.atomicfiction.com/conductor/>

Aquest procediment per renderitzar permet que els estudis amb menys recursos que no poden tenir la seva pròpia granja de render, tinguin un accés igual a potència per renderitzar que qualsevol altra persona sempre que el pressupost ho permeti, o fins i tot que els recursos dels estudis amb granges pròpies es vegin multiplicats en utilitzar també aquests sistemes.

Entrevista de Thor: Ragnarok, Framestore. [Online]. [Consulta: 20 Feb 2018].

Disponible: <http://www.artofvfx.com/thor-ragnarok-alexis-wajsbrot-kyle-mcculloch-jonathan-fawkner-vfx-supervisors-framestore/>

A simple vista per una persona que no coneix el procés amb exactitud pot semblar una exageració el fet d'acumular ordinadors per renderitzar un projecte i que realment no fa tanta falta. Però en aquesta entrevista es pot veure com realment són necessaris tots aquests mètodes per tal de poder seguir produint les pel·lícules que es creen avui en dia.

Com diu en l'entrevista a la pregunta de com ho han fet per renderitzar tot el contingut generat per ordinador, la resposta era que han hagut de realitzar molta optimització, utilitzant uns 20.000 processadors, ja que amb un processador sol haguessin tardat uns 3.921 anys de render.

COMPOSICIÓ

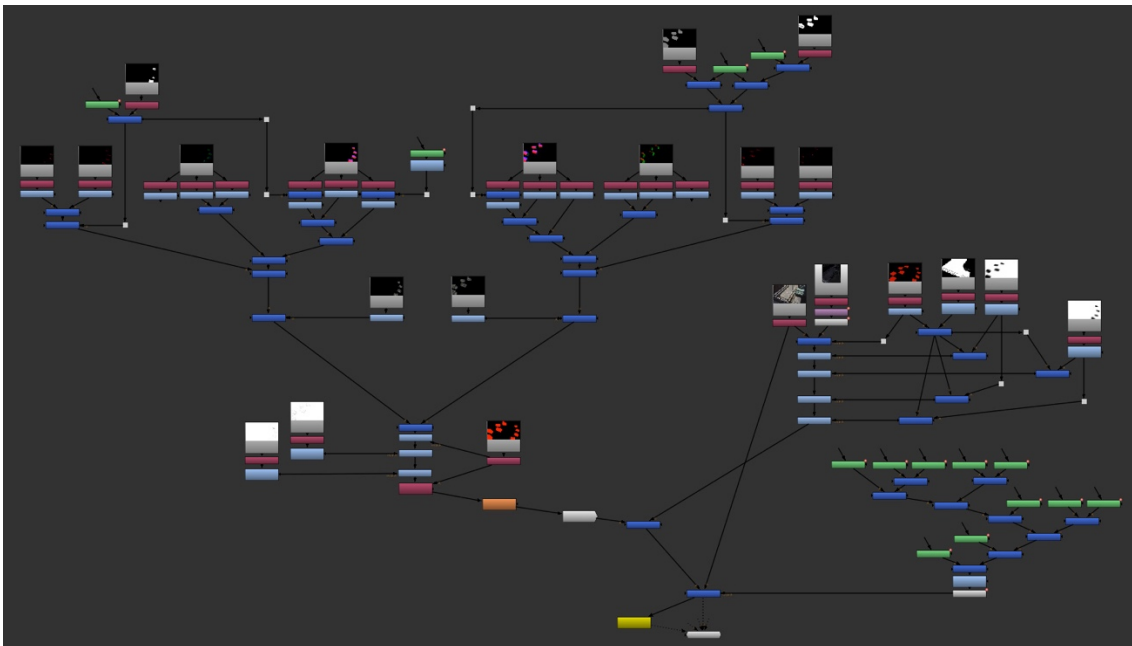
La composició consisteix en el procés final dels efectes visuals on s'integren tots els elements generats per ordinador en les imatges reals o en el cas dels plans que s'ha generat totalment per ordinador, s'integra la feina de tots els diferents departaments perquè es vegi uniforme com si estigués gravat des d'un inici.

En general el sistema de composició està molt estès i estandarditzat, en la gran majoria de produccions que inclouen efectes visuals s'utilitzen les eines que ja estan a l'abast de tots els consumidors com es tracta de *Nuke* i en altres casos *Flame* segons els requeriments del projecte.

El mètode estàndard de composició d'efectes visuals consisteix en la composició per nodes, tot i que també hi ha sistemes que utilitzen capes.

Els sistemes de composició per capes normalment acostumen a ser sistemes més senzills i amb una complexitat més baixa per tant son més accessibles per a l'aprenentatge. El seu funcionament es resumeix en la utilització d'una estructura de capes per tal de modificar el contingut, on la capa inferior podríem dir que es tracta del contingut a modificar i cada capa que s'afegeix a sobre afecta la manera que es visualitza, modificant propietats de la imatge o afegint altres elements per sobre en parts determinades. L'avantatge d'aquest sistema és que per crear composicions amb poca complexitat són molt útils i ràpids, però quan es necessita una gran quantitat d'elements o s'han de realitzar tasques més complexes, hi solen haver problemes per gestionar un nombre molt elevat de capes i pot començar a ser més lent i complicat d'organitzar.

Per altra banda els sistemes de composició per nodes són molt més complexes i tenen una corba d'aprenentatge molt més elevada. Contràriament als sistemes de capes aquests sistemes a l'hora de crear tasques senzilles són més lents, però ràpidament quan es comença a complicar el procés són molt més útils i es pot visualitzar clarament la funció de cada part del projecte. Els sistemes de nodes funcionen a partir de crear un arbre de nodes, que es podrien definir com a accions que afecten a tots els elements connectats prèviament a l'arbre, d'aquesta manera es té molt més control sobre totes les parts del projecte i es poden crear qualsevol tipus d'eines a partir de la combinació de diferents nodes, que siguin adequades per a cada part del projecte.



Img 4-12: Sistema habitual de composició per nodes, utilitzant Nuke

L'únic element que s'està utilitzant cada cop més en algunes produccions que no és tan fàcil per reproduir, es tracta del sistema que es coneix com a *Deep Compositing* desenvolupat per *Pixar* que consisteix en la utilització d'informació de profunditat a part de la informació de color de cada píxel en 2D.

Les eines per utilitzar aquest sistema ja venen com a un estàndard dins les aplicacions però el problema és la complexitat a l'hora de gestionar el material i la gran quantitat d'espai d'emmagatzematge que ocupen els arxius.

Deep Compositing, Pixar. [PDF]. [Consulta: 20 Feb 2018].

Disponible: <https://graphics.pixar.com/library/DeepCompositing/paper.pdf>

Un dels primers estudis a implementar-ho de manera completa en una pel·lícula va ser *Weta Digital* en la pel·lícula *Rise of the Planet of the Apes* i com es pot observar en aquesta demostració, veiem la utilització per aconseguir integrar el grup d'animals que pot estar format per un centenar d'elements entre la gran quantitat de cotxes reals al mig del pont, el potencial d'aquesta tècnica l'han utilitzat en aquest cas, ja que creant informació de profunditat pels cotxes i extraient la dels animals des del software de 3D, automàticament es realitza la creació de les màscares per ocultar els animals darrere els cotxes corresponents. Realitzant aquest procés han fet d'una manera molt efectiva una tasca que de la manera convencional hagués estat molt més lenta.

Deep Compositing, The Foundry. [Online]. [Consulta: 20 Feb 2018].

Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=19w3vkFp5X0>

5. PLANIFICACIÓ

ANÀLISI DE RISCOS I PLA DE CONTINGÈNCIES

En la creació d'aquest projecte com que s'han de tractar molts temes diferents, per tant hi poden haver molts factors diferents que puguin afectar el desenvolupament previst. Per tenir en compte els possibles entrebancs i tenir solució davant dels problemes s'han avaluat els riscos i s'ha creat un pla de contingències on podem classificar els possibles problemes amb les solucions corresponents.

Problema	Solució
Fallo del hardware.	Es tenen dos ordinadors més disponibles que es podrien utilitzar per treballar fins que es pugui solucionar el problema.
Fallo del software.	Utilitzar els altres ordinadors mentre se soluciona el problema.
Temps de simulació molt elevat.	Valorar si es pot solucionar utilitzant tots els ordinadors alhora o si no reduir la quantitat d'informació a calcular.
Temps de render molt elevat.	Reduir la qualitat final del render per poder complir amb l'entrega, demanar a companys per poder renderitzar o fer servir una granja de render.
Impossibilitat per realitzar alguna tasca concreta d'algun pla.	Trobar una alternativa pel que no es pugui aconseguir o canviar el pla.

Img 5-1: Pla de contingències

ANÀLISI INICIAL DELS COSTOS

Per calcular dels costos del projecte s'ha creat un pressupost tenint en compte tots els costos de material, equips, software i hores de treball per realitzar el projecte complet.

Aquest pressupost s'ha creat tenint en compte les hores de treball per a cada part del projecte i s'ha assignat una tarifa a cada procés, ja que es considera

que els preus de les diferents tasques no són els mateixos a causa de la complexitat de cada feina. Mentre que els preus s'han extret de les tarifes que actualment estan establertes quant a producció aquí a Barcelona.

A l'hora de calcular els costos de les amortitzacions de material i software, s'ha tingut en compte el preu de compra de cada producte, s'ha calculat que tant els softwares com els equips de treball s'amortitzen durant un període de tres anys. Així hem pogut calcular el preu de l'amortització dels productes per cada dia de treball que s'utilitzen. També s'ha tingut en compte que alguns softwares no estan disponibles per compra sinó que hi ha una tarifa de lloguer mensual i per això s'ha sumat el preu del lloguer en funció dels mesos d'ús.

Per la resta d'elements, encara que pel projecte s'hagin aconseguit de manera gratuïta, s'ha tingut en compte el preu que tindria realment el seu lloguer si s'hagués llogat durant el període que s'ha fet ús en el projecte.

D'aquesta manera tenint en compte tots aquests factors, encara que el cost real del projecte sigui de 0€ obtenim de quan hauria sigut el cost si s'hagués realitzat per a una producció real amb pressupost.

PRESSUPOST

	PREU PRODUCTE	PREU PER DIA	DIES	PREVISIÓ HORES	PREU TOTAL
MATERIAL					
Estació de treball 1	5.000,00€	6,94€/dia	214 dies		1.486,11€
Estació de treball 2	2.000,00€	2,78€/dia	214 dies		594,44€
Estació de treball 3	2.000,00€	2,78€/dia	214 dies		594,44€
Pantalla BenQ	500,00€	0,69€/dia	214 dies		148,61€
Pantalles Asus	600,00€	0,83€/dia	214 dies		178,33€
Tableta gràfica	200,00€	0,28€/dia	214 dies		59,44€
Càmera Blackmagic 4K		300,00€/dia	4 dies		1.200,00€
Objectiu Canon 24-105mm f/4L II	1.000,00€	1,39€/dia	4 dies		5,56€
Objectiu Canon 50mm f/1.2L	1.300,00€	1,81€/dia	4 dies		7,22€
TOTAL MATERIAL					4.274,17€
SOFTWARE					
Nuke Studio	8.300,00€	11,53€/dia	146 dies		1.683,06€
PfTrack		179,00€/mes	1 mes		179,00€
Houdini FX	3.659,00€	5,08€/dia	182 dies		924,91€
Cinema 4D	3.570,00€	4,96€/dia	139 dies		689,21€
Redshift	407,00€	0,57€/dia	150 dies		84,79€
TOTAL SOFTWARE					3.560,97€
PREPRODUCCIÓ					
Guió	20,00 €/h		15 dies	60 h	1.200,00€
Story	20,00 €/h		5 dies	20 h	400,00€
Notes Trailer	20,00 €/h		2 dies	8 h	160,00€
TOTAL PREPRODUCCIÓ				88 h	1.760,00€
PRODUCCIÓ					
Localitzacions	20,00 €/h			4 h	80,00€
Rodatge	30,00 €/h			32 h	960,00€
Offline	20,00 €/h			8 h	160,00€
TOTAL PRODUCCIÓ				44 h	1.200,00€
POSTPRODUCCIÓ					
CONFORM HQ					
Conformar Nuke Studio	20,00 €/h			8 h	160,00€
Crear root comps	20,00 €/h			4 h	80,00€
MATCHMOVING					
Shot specifics	20,00 €/h			15 h	300,00€
CLEANUP					
Shot specifics	20,00 €/h			30 h	600,00€
MODELING / ASSETS					
Buildings	20,00 €/h			35 h	700,00€
Cars	20,00 €/h			8 h	160,00€
Bike	20,00 €/h			30 h	600,00€
Shot specifics	20,00 €/h			35 h	700,00€
PARTICLE SIMS					
Fireworks	30,00 €/h			30 h	900,00€
Shot specifics	30,00 €/h			30 h	900,00€
RIGID SIMS					
Procedural car destruction setup	30,00 €/h			40 h	1.200,00€
Procedural building destruction setup	30,00 €/h			30 h	900,00€
Floor collapse	30,00 €/h			40 h	1.200,00€
Shot specifics	30,00 €/h			15 h	450,00€
PYRO SIMS					
Burning cars	30,00 €/h			25 h	750,00€
Shot specifics	30,00 €/h			25 h	750,00€
FLUID SIMS					
Splash Bike	30,00 €/h			30 h	900,00€
Pluja i bassals d'aigua	30,00 €/h			8 h	240,00€
Shot specifics	30,00 €/h			4 h	120,00€
RENDER					
Shot specifics	20,00 €/h			50 h	1.000,00€
SLAPCOMPS					
Shot specifics	20,00 €/h			8 h	160,00€
COMPOSITING					
Shot specifics	20,00 €/h			50 h	1.000,00€
FINAL GRADE					
Shot specifics	20,00 €/h			30 h	600,00€
TOTAL POSTPRODUCCIÓ				580 h	14.370,00€
TOTAL					25.165,14€
IVA				21,00%	5.284,68€
TOTAL FACTURA					30.449,81€

Img 5-2: Pressupost del projecte

EINES PER A LA PLANIFICACIÓ

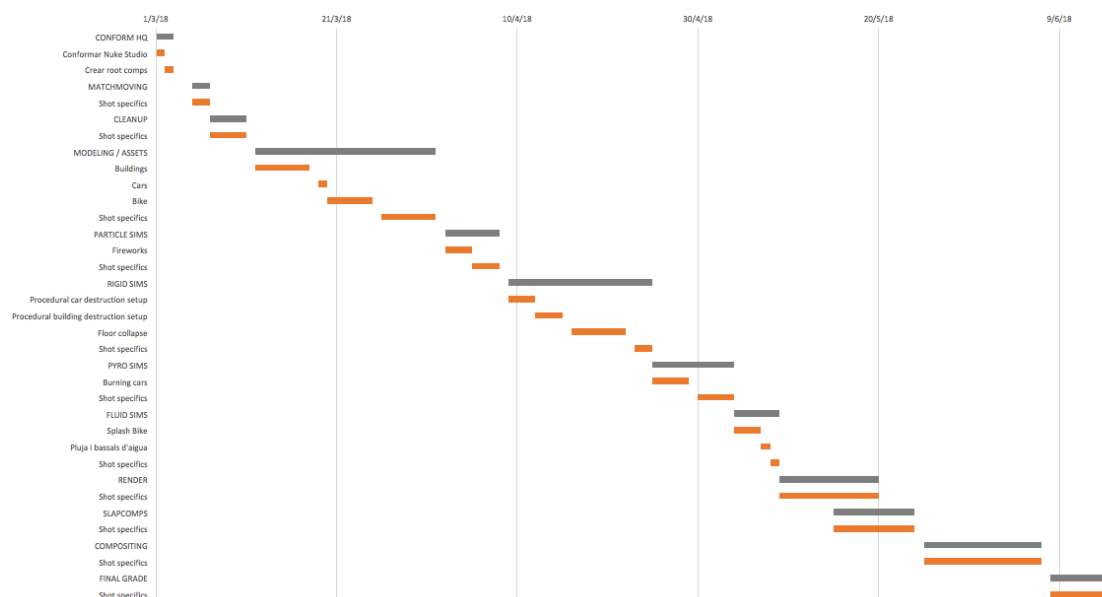
Per poder organitzar tot el projecte des del principi, tenir controlat la gran quantitat de contingut que s'ha de generar i l'estat del procés de creació en el que es troba s'ha optat per la creació d'un document d'Excel, anotant-hi durant tot el procés la informació necessària.

L'organització del projecte en el document està dividida en preproducció, producció i postproducció, tot i que la fase de preproducció s'ha dut a terme durant el transcurs pràcticament d'un any i per aquest motiu només s'ha tingut en compte la data de finalització per així poder passar a producció.

La fase de producció com que també s'ha realitzat conjuntament amb gent externa s'han tingut en compte unes certes dates per tenir controlat el seguiment, però en comptar amb gent que gestionés la producció ha facilitat la feina d'organització i així he disposat de temps suficient per realitzar la planificació de la postproducció amb molt més detall, ja que és la meva tasca principal en el projecte.

	COMENÇAT	FET	REVIEWED	PREVISIÓ INICI	PREVISIÓ FINAL	PREVISIÓ DIES	PREVISIÓ HORES	DATA INICI	DATA FINAL	DIES	HORES	COMENTARIS
PREPRODUCCIÓ												
Guió	X	X	X		14/12/17				14/12/17			
Story	X	X	X		28/12/17				28/12/17			
Notes Trailer	X	X	X		08/01/18				08/01/18			
TOTAL												
PRODUCCIÓ												
Localitzacions	X	X	X	16/01/18	17/01/18	1	4 h	16/01/18	17/01/18	1	4 h	
Rodatge	X	X	X	19/01/18	26/01/18	9	32 h	19/01/18	23/01/18	4	16 h	
Offline	X	X		26/01/18	29/01/18	1	8 h	24/01/18	25/01/18	1	6 h	
TOTAL							44 h				26 h	
POSTPRODUCCIÓ												
CONFORM HQ												
Conformar Nike Studio				01/03/18	02/03/18	1	8 h					
Clear root comps				02/03/18	02/03/18	1	4 h					
MATCHMOVING												
Shot specifics				05/03/18	07/03/18	2	15 h					
CLEANUP												
Shot specifics				07/03/18	11/03/18	4	30 h					
MODELING / ASSETS												
Buildings				12/03/18	18/03/18	6	35 h					
Cars	X			18/03/18	20/03/18	1	8 h					
Bike				20/03/18	25/03/18	5	30 h					
Shot specifics				26/03/18	01/04/18	6	35 h					
PARTICLE SIMS												
Fireworks	X			02/04/18	05/04/18	3	30 h					
Shot specifics				05/04/18	06/04/18	3	30 h					
RIGID SIMS												
Procedural car destruction setup				09/04/18	12/04/18	3	40 h					
Procedural building destruction setup				12/04/18	15/04/18	3	30 h					
Floor collapse				16/04/18	22/04/18	6	40 h					
Shot specifics				23/04/18	25/04/18	2	15 h					
PYRO SIMS												
Burning cars				25/04/18	29/04/18	4	25 h					
Shot specifics				30/04/18	04/05/18	4	25 h					
FLUID SIMS												
Splash Bike				04/05/18	07/05/18	3	30 h					
Pluja i bassals d'aigua	X			07/05/18	08/05/18	1	8 h					
Shot specifics				08/05/18	09/05/18	1	4 h					
RENDER												
Shot specifics				09/05/18	20/05/18	11	50 h					
SLAPCOMPS												
Shot specifics				15/05/18	24/05/18	9	8 h					
COMPOSITING												
Shot specifics				25/05/18	07/06/18	13	50 h					
FINAL GRADE												
Shot specifics				08/06/18	15/06/18	7	30 h					
TOTAL							580 h					

Img 5-3: Calendari de planificació del projecte



Img 5-4: Diagrama de Gantt

Com es pot observar, si no es té en compte la preproducció que es va començar sense unes tasques i un calendari de finalització fixat fins al final de tot, la fase de postproducció ocupa pràcticament tota la durada de temps del projecte.

L'organització està pensada en primer generar el material indispensable per poder avançar en les tasques, però un cop superada aquesta primera fase tots els altres elements es poden generar independentment del progrés de la resta de peces del projecte, fins a la fase final del projecte que serà necessari tot el material per poder crear el vídeo final.

Per tant, per la primera fase de la postproducció i l'última s'han marcat les dates del calendari sabent que ha d'estar tot el material apunt per poder seguir amb el projecte, mentre que totes les altres dates de la fase central del projecte de creació de contingut s'han marcat per tenir una referència temporal de la durada de cada procés, però es contempla una certa flexibilitat d'ordre de realització.

6. METODOLOGIA

FASES DEL PROJECTE

Com s'ha esmentat anteriorment el projecte s'ha dividit en les fases de preproducció, producció i postproducció.

La fase de preproducció és una fase que ha tingut gairebé un any de durada que comença amb la idea inicial i a partir d'aquest punt s'elabora el guió corresponent, també es va definir com seria el projecte en general i els passos a seguir per acabar obtenint el resultat final.

En la fase de producció s'ha traslladat tot el material generat en la fase de preproducció per poder realitzar les gravacions necessàries i crear tot el material que després serà necessari per a la postproducció, com pot ser la creació d'un vídeo offline a baixa qualitat per poder tenir les referències a l'hora de crear tots els efectes.

La fase de postproducció es tracta la meua part dins el projecte i del cos principal d'aquest treball i per això és la part que s'ha detallat més i engloba tot el procés de creació dels efectes visuals per tant podem parlar de què la postproducció és la part que tractarem majoritàriament dins el treball.

Dins la fase de postproducció podem dividir-la en diferents apartats que serien:

- Preparació dels plans per realitzar totes les tasques de postproducció i obtenció de tota la informació necessària de les imatges.
Aquesta secció engloba els processos de crear el projecte en el programa de composició i passar del contingut de baixa resolució del vídeo *offline* al contingut amb alta resolució que s'utilitzarà per crear els efectes.
També s'haurà de realitzar el procés, en els plans que faci falta, que es coneix com a *match moving* per poder extreure la informació en 3D de la imatge gravada per després utilitzar en el software de 3D.
Per acabar aquest apartat faria falta realitzar el *cleanup* i així eliminar els elements que no siguin necessaris per al vídeo final i deixar les imatges netes per als següents passos.
- Creació de tot el contingut 3D i de les simulacions per arribar al renderitzat final.

En aquest apartat es crearà tot el contingut 3D a partir d'avaluar els elements que són necessaris per a cada pla del tràiler, en els casos que s'hagin de produir molts elements similars s'optarà per crear-los de manera procedural, tant la geometria com les textures.

També es crearan totes les simulacions necessàries per donar el realisme a cada imatge, es tindran en compte els elements de la imatge real per poder calcular les col·lisions i aconseguir una interacció físicament real.

Un cop estiguin creats tots els elements es procedirà a la creació dels shaders i materials, per poder renderitzar i procedir a la composició.

- Composició de les imatges amb el contingut 3D per obtenir el vídeo final. Un cop es vagi tenint tot el material renderitzat per a cada pla, es començaran a crear les composicions base per comprovar que tot conjuntament funcioni de manera correcta. Quan es comprovi que tots els elements funcionen correctament en un conjunt es procedirà a crear les composicions finals de cada pla i a la creació del màster final.

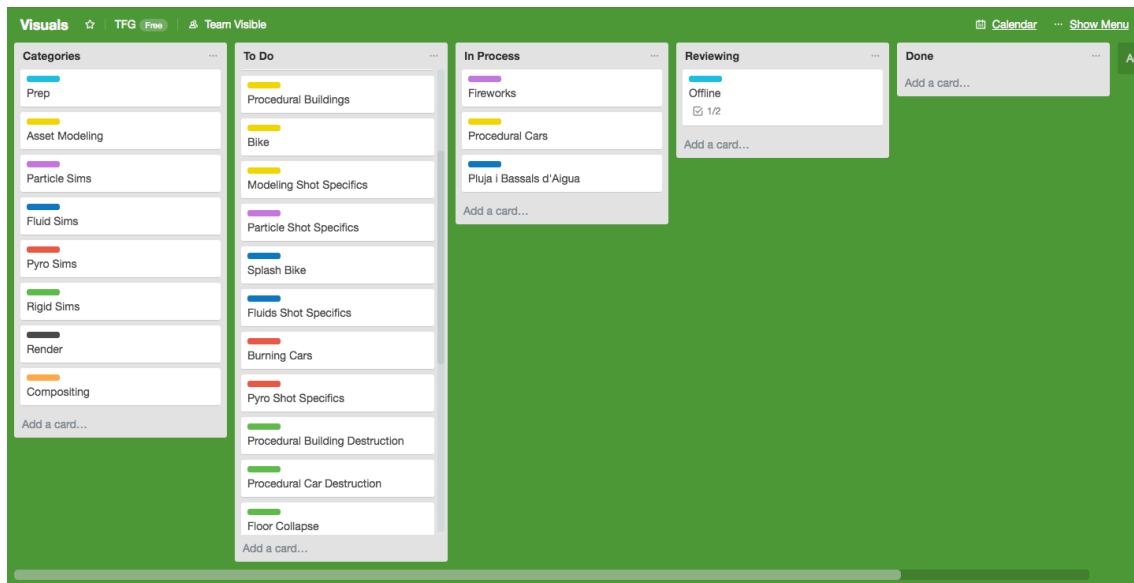
EINES PER AL SEGUIMENT DEL PROJECTE

Per realitzar la gestió i el seguiment del projecte s'han tingut en compte diferents eines de gestió.

L'opció principal era la utilització de shotgun, que es tracta d'un software per a gestió de projectes centrada específicament en efectes visuals, que ofereix molts avantatges a l'hora de poder revisar tot el material generat i a més ofereix integració d'un plugin en la majoria de softwares de postproducció que permet poder veure les anotacions i els comentaris dins el mateix entorn de treball, sense la necessitat d'utilitzar cap altra aplicació externa per anar comprovant tota la informació.

Al final aquesta opció ha sigut descartada degut al seu preu mensual, ja que hi ha alternatives que no la fan indispensable.

L'eina que s'utilitzarà per a la gestió i el seguiment de les tasques del projecte serà l'aplicació de Trello. Es tracta d'una app disponible per a dispositius mòbils i a través del navegador d'internet, que permet ordenar i gestionar les tasques a realitzar en diferents llistes. Segons el procés en el qual es troben, poder servir com a una referència visual per l'estat del projecte i de tot el que s'ha de realitzar. En el cas d'aquest projecte es divideixen les tasques segons si estan pendents, si s'estan realitzant, pendents de verificar o acabades. On s'ha creat un camp per a cada tasca principal i dins inclouen una llista de les parts detallades.



Img 6-1: Tauler del Trello de la part dels efectes visuals

EINES DE VALIDACIÓ

Com que un dels objectius principals d'aquest treball és que el resultat sigui d'una qualitat molt elevada, el procés per validar que tot el contingut generat compleixi amb els estàndards fixats, s'intentarà que sigui un procés similar a com seria en una producció real.

Per tant per realitzar aquest procés s'optarà per revisar els materials generats amb professionals del sector, per així tenir altres opinions de persones que estan acostumades a tractar amb aquest tipus de situacions habitualment. Revisar tots els elements creats periòdicament a mesura que es van implementant canvis servirà per poder identificar possibles punts febles que puguin desencadenar en un error en una altra fase o per corregir errors que afectin certs elements.

Un cop estiguin tots els elements revisats, sempre serà més fàcil i eficaç a l'hora de corregir qualsevol error que provingui d'altres camps sabent amb seguretat que les peces creades no seran les causants dels errors.

7. PREPRODUCCIÓ

IDEA INICIAL

La idea inicial consistia a realitzar un projecte el qual se situava en un espai fictici com serien tots els carrers d'una ciutat completament deserts i destruïts. Tots aquests elements eren pràcticament impossibles de recrear sense l'ajut dels efectes visuals, per això des del primer moment els efectes visuals eren completament necessaris per poder representar tota la història.

Un cop es va tenir una idea clara de com havia de ser tot el curt es va pensar com seria el tràiler a crear per aquest projecte, on es va optar per crear un tràiler de poca durada, molt cinemàtic i sense aparicions de personatges del curt, per tal de situar de manera molt clara on es desenvoluparia, sense les complicacions de planificar rodatges amb actors i la facilitat de només necessitar plans dels entorns.

GUIÓ

Quan la idea inicial del curt i del tràiler es va deixar ben definida es va seguir amb la creació del guió de tot el curt i per altra banda la creació del guió i l'escaleta de tràiler per aquest projecte.

La narrativa del tràiler consisteix en la visualització dels diferents espais on es desenvolupa la història i de les diferents situacions en les quals es troba la protagonista, inicialment els entorns són més generals i menys catastròfics, a mesura que es va avançant les imatges cada cop són més impactants i es pot observar en major quantitat la destrucció i la solitud.

L'escaleta del tràiler és la següent:

1. Es veuen petards com surten des d'un terrat d'un edifici il·luminant els núvols quan exploten.
2. Carrers plens de cotxes trencats, arbres caiguts i edificis en ruïnes.
3. Arbre amb cartells enganxats, movent-se pel vent, papers i fulles volant pel fons.
4. Carrers en ruïnes i s'intueix com hi ha foc que queda fora del pla.
5. Carrers quiets amb poc moviment i el temps empitjora fins que es posa a ploure molt.
6. Es veuen edificis destruint-se des de l'interior.

7. Es completa la imatge que es veia anteriorment i es poden observar cotxes cremant-se.
8. Carrers destruïts on es pot veure l'ombra de la protagonista i com va en bici mentre plou.
9. Es veu una explosió dins d'una casa.
10. Una avinguda molt gran completament en ruïnes i forats al mig de la carretera on es pot observar de manera general com es troba tot l'entorn.
11. Es veu com surt fum d'una casa i aquest tapa parcialment un missatge que sembla important pintat al mig de la carretera.

PLANNING

Per realitzar tot el contingut que s'havia plantejat a l'escaleta, s'ha realitzat una planificació tenint en compte els recursos dels quals es disposa i de totes les tasques que s'han de realitzar.

Per una banda calen totes les gravacions dels plans corresponents, però per poder realitzar correctament les integracions s'ha d'obtenir material addicional com imatges de recurs dels entorns per utilitzar en els objectes 3D, realitzar mesures de l'entorn i dels ajustos de càmera per poder recrear-ho exactament en 3D i també s'ha de realitzar la captura d'imatges esfèriques per poder generar els HDRs per il·luminar les escenes digitals amb una llum igual que amb la que s'ha gravat.

Com que no es disposava de molt temps per realitzar el rodatge, un cop obtingut el permís de gravació, es va destinar un dia a visitar i anotar bé totes les característiques importants de cada localització, per així els dies de rodatge saber tota la informació necessària a capturar i poder organitzar els dies de manera que tot fos possible.

Finalment es va distribuir tot el rodatge en dos dies, en funció de l'hora del dia a la qual s'havia de gravar a cada localització.

A la majoria de localitzacions tot es va organitzar de la mateixa manera, primer es gravaria els plans necessaris i després es realitzarien les mesures corresponents, la captura d'imatges de referència i la realització dels HDRs.

8. PRODUCCIÓ

RODATGE

Per la realització del rodatge es va seguir el pla de rodatge preparat en la preproducció, ja que tota la postproducció depenia de realitzar totes les tasques correctament i d'aconseguir tota la informació necessària per poder recrear bé totes les escenes i crear els efectes necessaris.

La gravació de tot el material necessari es va realitzar amb la càmera Blackmagic Design Production Camera 4K, es va gravar totes les seqüències planificades i també es van gravar diferents pla recurs per a cada localització en el cas que fossin necessaris.

Encara que la resolució final del projecte sigui a 2K, es va gravar tot el material en 4K per si es necessitava ampliar, re enquadrar alguna imatge o per si es necessitava més informació, per altra banda el format de gravació escollit va ser el Apple ProRes 422HQ gràcies a la profunditat de color de 10 bits que oferia.

També es van realitzar imatges de referència de les localitzacions per si es necessitava més informació d'alguna part. En alguns casos concrets es van realitzar imatges en format RAW d'alguns detalls per ser utilitzats en la postproducció com a textures de l'entorn que s'havia de recrear o pels objectes que haurien de ser modificats.

Al mateix temps, intentant que es realitzés el més ràpid possible després de la gravació de cada pla, es van capturar les imatges de 360° amb una càmera esfèrica en diferents exposicions per després ser utilitzades en la postproducció per crear imatges d'alt rang dinàmic.

Per aquesta tasca era de gran importància que la llum variés el mínim possible respecte a com s'havia gravat i també que les imatges es realitzessin en la posició més pròxima possible a on s'haurien de situar els elements creats en postproducció per tal que tinguessin la llum més similar a l'original.

Black Magic 4k sensor = $21,12 \times 11,88 \text{ mm}$

Clips	HDR	lens	ref
S0005 / S0017	-163858 1/4m h.	35mm tele	—
S0018 / S0025	-084743	24mm fix	-0632 ker - floor
S0026 / S0033	-110416	50mm fix	—
S0043 / S0055	-133640	35mm tele	-0628 asphalt

→ fix high

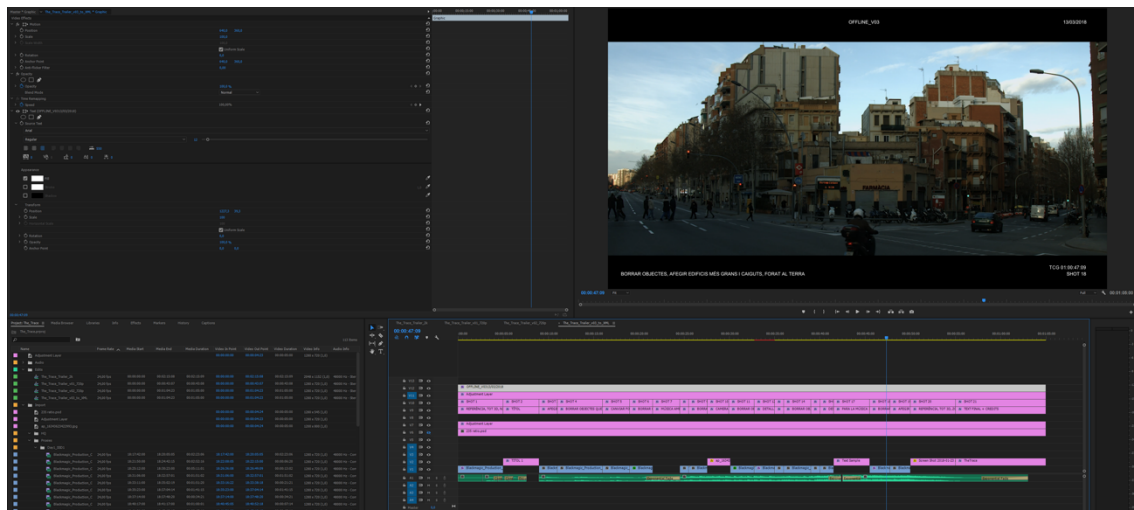
Img 8-1: Notes de rodatge

Finalment es van crear les notes de rodatge amb tota la informació referent a quina seqüència pertanyia cada clip gravat, quins eren els ajustos de càmera i la seva posició respecte a l'escena, així com en els casos necessaris, les mesures d'alguns elements de l'escena, les imatges de recurs que s'havien realitzat per aquella seqüència i les imatges esfèriques per a les imatges d'alt rang dinàmic.

EDICIÓ OFFLINE

Un cop acabat el rodatge es va copiar tot el material de les targetes de memòria a l'ordinador per poder seguir treballant. El primer pas va ser reduir la resolució de tots els clips de vídeo gravats, ja que el material original estava gravat a 4K en Apple ProRes 422HQ i això fa que els arxius tinguin un volum massa gran per poder començar a editar i revisar els clips, es van fer dues conversions, una a 1080p mantenint el ProRes per poder utilitzar com a vídeos en alta qualitat per la versió final i una altra conversió a 720p en H264 per tal de tenir els vídeos en baixa resolució per editar àgilment.

Per realitzar l'edició offline es va utilitzar *Adobe Premiere* i seguint l'escaleta plantejada inicialment es va fer una selecció dels clips per a cada part del tràiler i es va editar tot el tràiler de manera que tingués continuïtat com s'havia plantejat, un cop acabada la primera versió del offline es va començar a revisar i aplicar els canvis necessaris.



Img 8-2: Edició Offline en Adobe Premiere

Finalment en la quarta versió de canvis es va deixar el offline com a definitiu per així poder seguir amb la postproducció de tot el tràiler i es va exportar les EDLs corresponents per ser utilitzades més endavant.

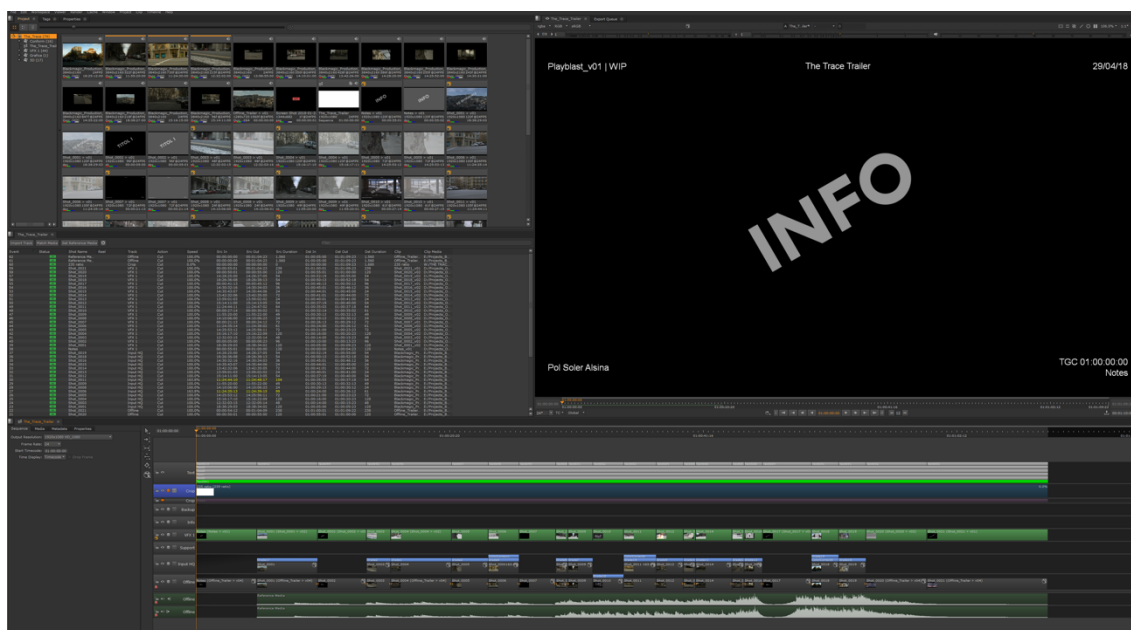
9. POSTPRODUCCIÓ

CONFORMAT ONLINE

Acabada tota la fase de producció i amb l'edició del offline definitiva ja es podia començar amb la fase de postproducció. El primer pas consistia a crear el projecte en el software per realitzar tota la postproducció que en aquest cas es va decidir utilitzar *Nuke Studio* gràcies a totes les prestacions que oferia, els coneixements que ja es tenen i per ser el programa estàndard en els VFX.

L'avantatge que es tenia a l'haver exportat una EDL del *Adobe Premiere* era que es podia utilitzar dins el *Nuke Studio* per conformar el mateix timeline d'edició. Aquest procés consisteix a utilitzar la informació guardada en el document de la EDL, on automàticament es crea un timeline amb els mateixos talls dels clips i es guarden els noms dels clips que s'utilitzen.

Un cop creat el timeline nou, es vinculen els clips en alta resolució en funció del nom guardat en el projecte i d'aquesta manera es poden utilitzar els clips sense compressió per la postproducció.



Img 9-1: Timeline conformat en Nuke Studio

Un cop finalitzat aquest procés s'obté el timeline amb les mateixes característiques tot a punt per realitzar els processos de postproducció, el següent pas abans de seguir avançant era crear les rutes del projecte i totes les composicions base de cada pla per poder anar creant la informació necessària.

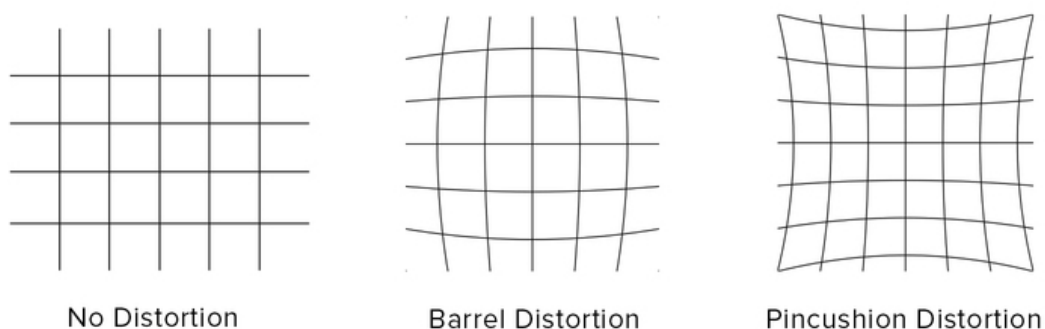
MATCHMOVING

Per tal de poder recrear totes les escenes en 3D i poder integrar els objectes correctament s'ha de realitzar el procés que es coneix com a matchmoving o camera tracking.

Aquest procés només es durà a terme en els casos que s'hagin d'afegir elements 3D a sobre del material gravat, en els casos de crear escenes noves en 3D no és necessari.

El primer pas per tal de realitzar el matchmoving es tracta de calcular la distorsió de l'òptica amb la qual s'ha gravat cada pla, ja que si no es tingués en compte, tindríem resultats erronis.

Per calcular la distorsió de l'òptica, utilitzem les notes del rodatge per saber l'òptica amb la qual es va gravar cada pla i també s'utilitza una imatge realitzada amb l'òptica corresponent gravant una quadrícula. Quan introduïm la imatge de la quadrícula dins el *Nuke* podem calcular la deformació l'òptica, ja que el programa sap que les línies haurien de ser rectes i d'aquesta manera aplicant la mateixa deformació al clip gravat obtenim una imatge sense distorsió òptica.



Img 9-2: Tipus de distorsions òptiques

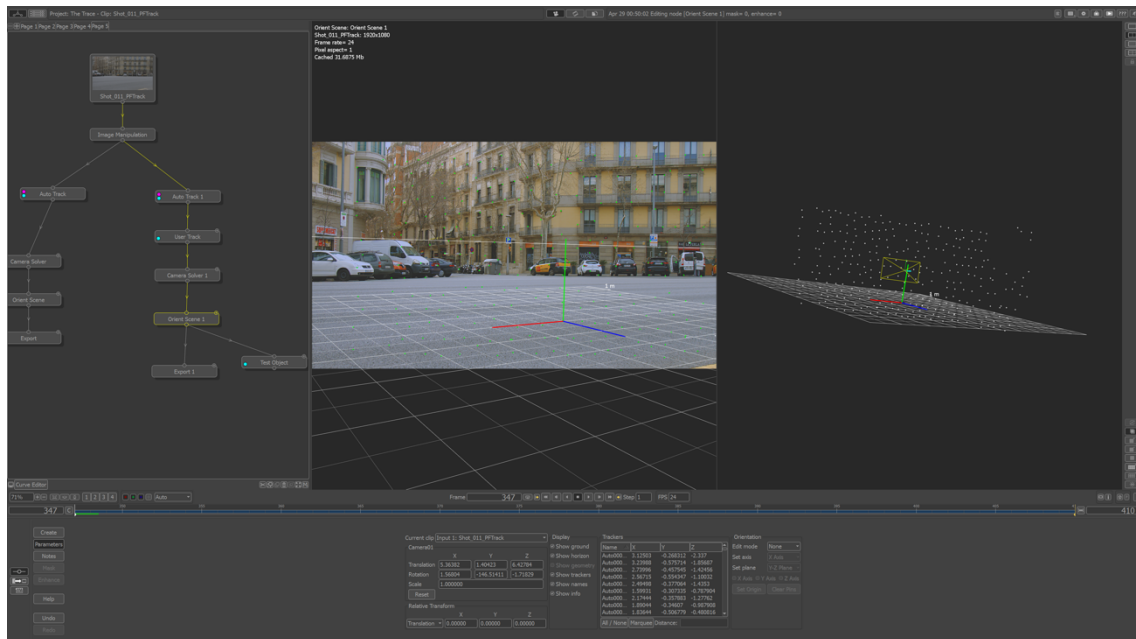
Un cop es tenen els clips amb la distorsió corregida exportem una seqüència d'imatges de cada clip des del *Nuke* i les importem al *PFTrack* que és el software que utilitzarem per realitzar el matchmove.

Dins el *PFTrack* el procés que es realitza acostuma a ser el mateix per a tots els clips, primer es contrasta i se satura el color de la imatge així tots els detalls queden més pronunciats i és més fàcil per al programa per realitzar els càlculs. Després se segueix afegint manualment uns punts de referència per tal que el software sàpiga amb seguretat que aquells moviments són els correctes i els seus càlculs haurien de ser similars a aquests.

Un cop afegits els punts manuals, es realitza un auto-track, on el software busca una gran quantitat de punts i intenta calcular-ne el moviment a través de la

imatge, aquest resultat no sempre és el més exacte i per aquest motiu cal filtrar els punts resultants i eliminar els que poden generar problemes.

Amb tots els punts aconseguits, tant els manuals com els automàtics se segueix a realitzar el càlcul del moviment de la càmera, en aquest punt s'introdueixen totes les mesures preses de la càmera al rodatge per tal d'agilitzar els càlculs, com poden ser la distància focal, mesures del sensor, tipus de moviment o posició en l'escena.



Img 9-3: Matchmoving en PFTrack

En la majoria de casos, si s'han realitzat de manera precisa tots els procediments anteriors, el càlcul acostuma a ser correcte i només cal orientar l'escena per facilitar el posicionament dels objectes en fases posteriors.

Per algun moviment de càmera més complex s'han realitzat comprovacions afegint objectes de prova dins l'escena i observar si es mantenen estàtics en un punt de manera correcta o per si patinen i llavors corregir algun dels passos anteriors.

Finalment només cal exportar un arxiu FBX amb l'animació de la càmera i els punts de referència per després poder crear la geometria en els altres softwares de 3D.

CLEANUP

En tractar-se d'un tràiler de ciència-ficció en una situació post apocalíptica hi havia molts elements del rodatge que no havien de formar part de la imatge final, això significava que tots els elements innecessaris s'havien d'eliminar per tal

que tot el contingut generat en la postproducció es pogués integrar de manera correcta.

Per realitzar el cleanup de tots els clips necessaris es començarien a utilitzar les composicions creades prèviament per a cada clip al *Nuke Studio* així a mesura que es va avançant cap al producte final, es troba tot centralitzat en el mateix projecte de *Nuke*.

En aquest tràiler la gran part d'elements que s'havien d'eliminar, consistien en cotxes, cartells de trànsit, establiments i persones.

Segons les característiques de cada pla i dels elements que s'havien d'eliminar convenia utilitzar unes tècniques concretes.

En els casos que la imatge era estàtica ens trobàvem davant la situació més senzilla.

Quan els elements que s'havien d'eliminar també eren estàtics, es pintaven les parts de la imatge necessàries utilitzant altres parts de la mateixa imatge o utilitzant imatges de referència, fins a eliminar l'element desitjat sense que es notés.

Si l'objecte estava en moviment, es podia realitzar congelant diversos fotogrames del pla i utilitzar les parts on no apareix aquest objecte per tal de crear una sola imatge sense aquest objecte i després canviar la zona on es trobava l'objecte per aquesta imatge nova neta.



Img 9-4: 2D tracking utilitzant Nuke

En el cas que en el clip hi hagués un lleuger moviment, però no es trobés la sensació de profunditat en el moviment, també es podia solucionar de manera senzilla.

La diferència amb el cas anterior la trobem en el moviment de la càmera, per tant com que en el nostre cas no era necessari conservar cap tipus de moviment dels objectes, el procés consisteix a congelar un fotograma del pla i tractar-lo com en el cas anterior, pintant tots els elements innecessaris.

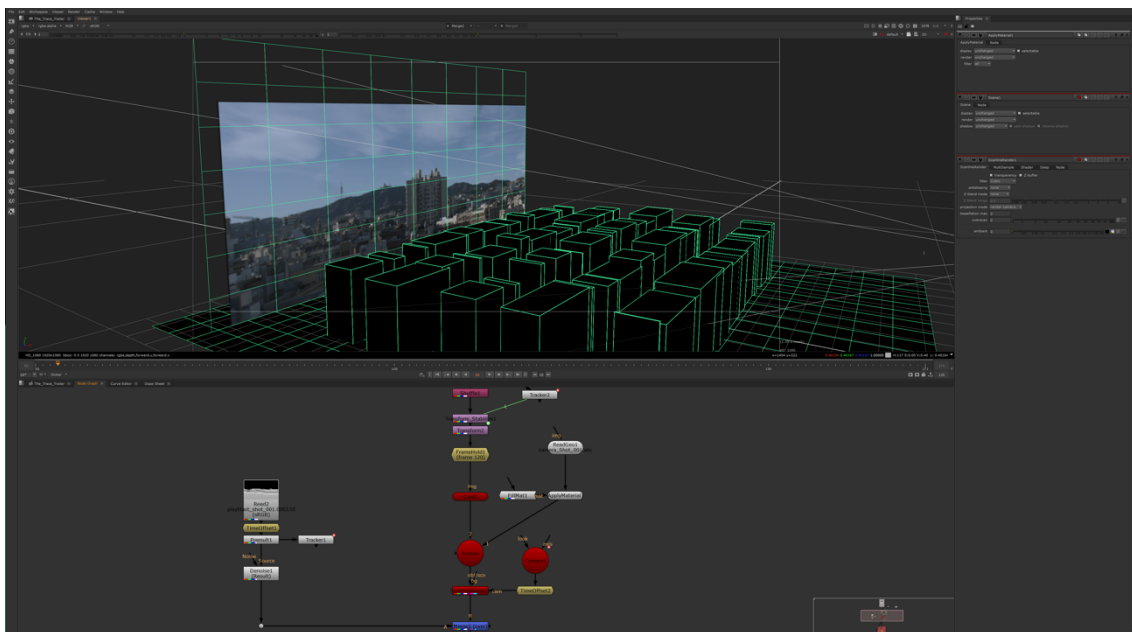
Un cop eliminats tots els elements podem calcular el moviment inicial que tenia el pla i utilitzar-lo com al moviment de la nova imatge neta, d'aquesta manera aconseguim conservar el mateix moviment i hem pogut tractar la imatge com en el cas anterior.

Per últim ens podem trobar amb el cas més complicat que es dona quan la càmera té un moviment bastant notable i hi ha canvis de perspectiva o de les fugues de la imatge.

En aquest cas és necessari utilitzar la càmera exportada del matchmoving per poder-la utilitzar.

El procés que s'ha de dur a terme consisteix a crear una escena 3D a partir de la informació del matchmove dins el *Nuke* i utilitzar representacions de la geometria per fer que segueixin el mateix moviment que la càmera real.

Un cop s'han creat geometries bàsiques com plans o cubs, s'utilitza la mateixa tècnica que anteriorment per congelar un fotograma i netejar la zona desitjada, un cop es té la imatge neta, s'utilitza el punt de vista de la càmera en aquell fotograma per projectar la textura sobre del pla en 3D i d'aquesta manera s'aconsegueix un pla que segueix el mateix moviment que la imatge real i aquest te la textura que s'ha pintat en un fotograma estàtic.



Img 9-5: Utilitzant projeccions 3D per realitzar el cleanup en Nuke

Tots aquests processos es poden repetir múltiples vegades dins un mateix pla per acabar aconseguint una imatge completament neta sense els elements del rodatge que no havien de ser visibles en el producte final.



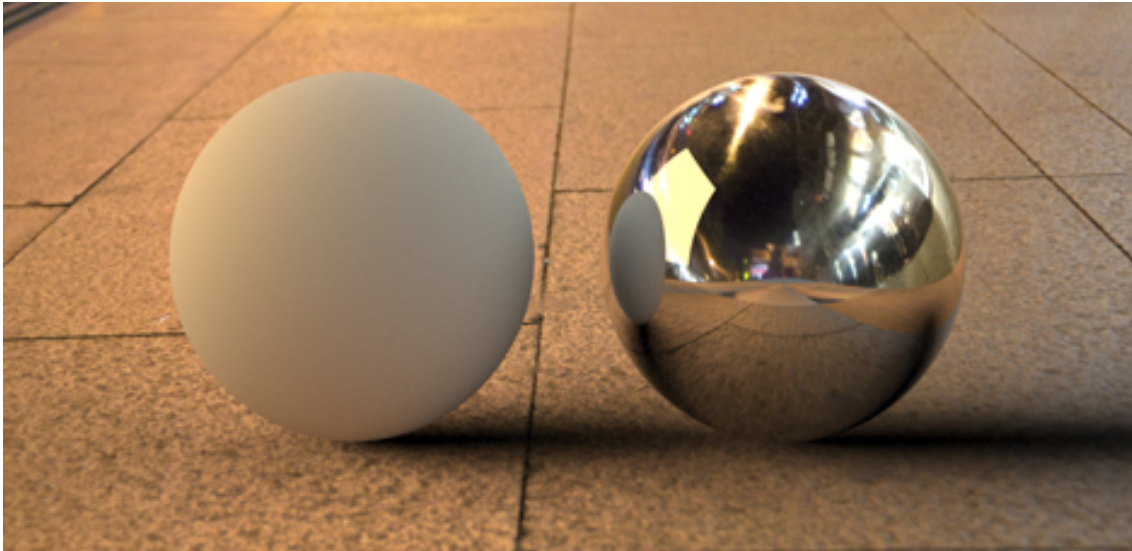
Img 9-6: Shot 18 abans del cleanup



Img 9-7: Shot 18 després del cleanup

HDRs

Aquesta part de la postproducció està directament vinculada amb el procés que es va realitzar de captura d'imatges esfèriques en el rodatge per tal d'aconseguir captar d'il·luminació i els reflexos de l'escena.



Img 9-8: Utilització d'un HDR per il·luminar i reflexos

Com s'ha comentat en la part de producció les imatges esfèriques es van realitzar amb una càmera 360°. Es va utilitzar la càmera Xiaomi Mi Sphere que es tracta d'una càmera amb dos objectius situats en costats oposats de la càmera i cada un és capaç de capturar fins a 190° de visió, això resulta que la càmera realitza dues imatges de 190° des de cada costat de la càmera i automàticament les ajunta per tal de generar una sola imatge continua de tot l'entorn de la càmera.

Aquest tipus de càmeres cada cop s'han popularitzat més per realitzar aquest tipus de funcions, ja que tenen un cost prou assequible d'entre 200€ i 400€, és d'una mida molt petita per portar a diferents localitzacions i es pot controlar amb el mateix telèfon mòbil.



Img 9-9: Càmera 360° utilitzada, Xiaomi MI Sphere

Utilitzant aquesta tecnologia resultava molt més fàcil realitzar aquesta tasca, ja que de manera molt senzilla amb la càmera es podien captar ràpidament totes les imatges necessàries.

Per crear un HDR o també conegut com a una imatge d'alt rang dinàmic, són necessàries diverses imatges d'un mateix lloc a diferents exposicions, per tal de després combinar-les i aconseguir una imatge amb tota la informació de llum i reflexos de l'escena.

Les imatges a diferents exposicions es realitzaven modificant l'exposició de la càmera i disparant a cada localització de manera seguida totes les exposicions. Arribats en aquest punt de la postproducció calia identificar a través de les notes de rodatge quines imatges pertanyien a cada pla.

Un cop identificades les imatges es van importar els grups d'imatges de cada pla al software per realitzar els HDRs que es va optar per utilitzar el *PTGui*, ja que ofereix una gran qualitat i quantitat d'opcions a l'hora de crear aquest tipus d'imatges.

Finalment un cop creats els HDR només calia comprovar el seu funcionament correcte i traslladar-los a les carpetes de les escenes corresponents per seguir amb les altres fases.



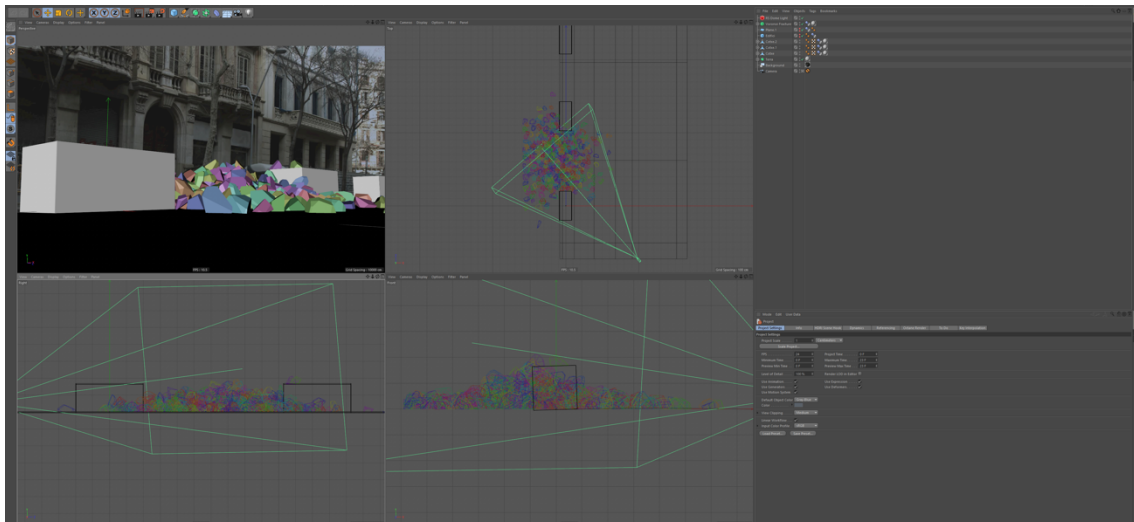
Img 9-10: Resultat d'un dels HDRs del Shot 04

PLAYBLAST

El playblast es tracta d'un vídeo creat per tal de comprovar els moviments i posicions d'objectes 3D en baixa qualitat abans de seguir en la producció i crear elements en alta qualitat que podrien resultar innecessaris o erronis.

En aquest projecte el sentit de crear un playblast no era tant per comprovar el funcionament de l'edició i els moviments de càmera, ja que això ja s'havia realitzat en la versió offline, sinó per poder comprovar que tots els processos realitzats fins al moment s'havien realitzat de manera correcta i no hi havien errors abans de seguir amb els processos més complexos del projecte.

Per crear el playblast es van utilitzar totes les càmeres creades en el procés de matchmoving per crear les escenes 3D amb objectes a baixa qualitat que servien com a referència dels futurs objectes.



Img 9-11: Utilitzant el Cinema 4D per la creació de la geometria pel playblast

Dins el *Cinema 4D* que era el software que s'utilitzaria per crear totes les escenes 3D s'havia de realitzar un procés molt semblant per a cada pla.

Primer calia col·locar el pla de fons per tenir-lo visible mentre es treballava, després calia importar la càmera del matchmoving i tot seguit crear la geometria base utilitzant plans i cubs per representar edificis i vehicles. En el cas que fos necessari es podia acabar d'ajustar la posició de la càmera o de l'escena en general.

Un cop creats tots els objectes es creava una llum estàndard i es renderitzava en baixa qualitat de manera ràpida, ja que l'objectiu era poder visualitzar el funcionament.

A mesura que es tenien els plans renderitzats es va començar a afegir les imatges dels renders a les composicions corresponents de cada pla, per així anar creant les màscares ràpides per si s'havien d'ocultar certes parts del render darrere d'objectes gravats i per tenir una visualització dels elements renderitzats a sobre de les imatges netejades anteriorment.



Img 9-12: Shot 04 en el playblast final

MODELATGE 3D

Per la creació dels models 3D per aquest projecte es poden diferenciar dos grans grups en funció de la tècnica que s'utilitzarà per modelar.

En una banda trobem els models d'objectes generals que es realitzaran de manera procedural, per tal de poder generar una gran quantitat de models de manera quasi automàtica. Mentre que per l'altra banda trobem els models d'objectes i detalls concrets que es realitzarà de manera tradicional amb modelatge poligonal per tenir un control més precís sobre el resultat final.

EDIFICIS PROCEDURALS

Per aquest projecte es necessitava crear una gran quantitat d'edificis, tant per canviar els edificis gravats que no ens servien, com per crear tots els edificis per ser destruïts i poder crear totes les ruïnes de la ciutat.

Arribats en aquest punt del projecte es va valorar si es podien modelar manualment tots els edificis necessaris, ja que no es tractava d'un model gaire complex i es podria realitzar en poc temps, però fent una estimació de quants edificis podrien ser necessaris es va veure que potser se'n podien necessitar més de 50 o 100. Per tant encara que un edifici es pogués realitzar en un dia, si se n'havien de fer fins a 100 de diferents, no era viable i això sense tenir en compte tota la preparació per ser destruïts o les textures que també s'haurien de realitzar manualment.

Un cop decidit que els edificis no podien ser creats manualment es va començar a dissenyar com seria el procés de crear-los dins el *Houdini* de manera procedural. Es va escollir crear tots els edificis amb *Houdini*, ja que es tracta del software de referència en l'àmbit professional per aquest tipus de tasques i ofereix infinites possibilitats, ja que en el cas que no existeixi una eina per fer alguna funció, cadascú es pot programar les seves funcions segons les necessitats.

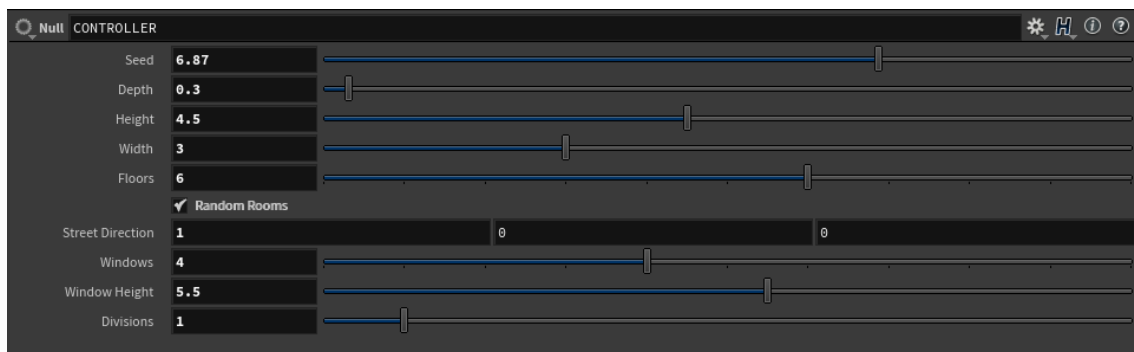
El primer pas va ser pensar totes les funcions que es volien tenir per controlar els edificis i tots els elements que havien de tenir, per tant es van definir totes aquestes guies:

- Dibuixant la base de l'edifici s'hauria de crear tot de manera automàtica.
- Poder definir la quantitat de plantes de l'edifici.
- Poder variar l'altura de les plantes de l'edifici.
- Capacitat de controlar el gruix de les parets i del terra.
- Tenir control sobre la quantitat de finestres i/o balcons, dimensió d'aquests i forma.

- Obtenir les habitacions de cada planta seguint el mateix patró per totes les plantes de l'edifici.
- Aconseguir detalls com una capa de pintura de l'edifici, una de guix i ornaments, a part de la paret principal.
- Creació de tots els elements sense cap intersecció entre geometries.
- Capacitat per obtenir diferents edificis canviant la forma de la base, variar la posició de les finestres, habitacions o balcons.
- Tots els elements haurien d'adaptar-se de manera automàtica a les dimensions de l'edifici.

Adicionalment com que ja es programava tot perquè fos automàtic també es va optar per obtenir més característiques que en el cas de fer-se manualment s'haurien realitzat un cop es finalitzés el modelatge de cada edifici:

- Creació de UVs per la texturització i que s'adaptessin a cada possible edifici creat.
- Creació de grups en funció de les propietats de cada material per després ser utilitzats en el procés de simulació.



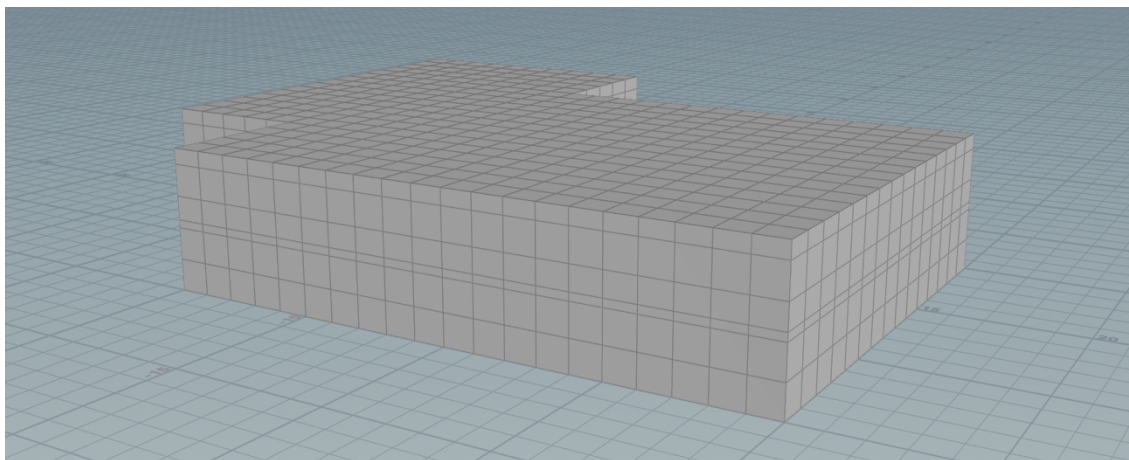
Img 9-13: Controls creats pels edificis

Un cop definits tots aquests paràmetres generals i alguns d'altres més tècnics, interns del software per tal de poder refinar millor els resultats, es va començar a crear tot el model procedural.

Com s'ha establert en les guies, el punt de partida és una línia tancada que serveix per delimitar la forma de l'edifici, a partir d'aquí es van creant totes les parts diferents de l'edifici.

Per crear la base de les parets, s'extreu la línia inicial cap a l'interior en funció del gruix especificat de les parets i després verticalment seguint l'altura de les plantes que s'ha configurat. Per crear la base del terra de cada planta s'extreu verticalment la línia inicial per la quantitat del gruix del terra i s'activa l'opció de conservar les cares per així tenir la forma del terra tancada, en el cas del sostre es duplica el mateix terra i es desplaça en funció de l'altura de les plantes.

Un cop aconseguit la base de la primera planta, agrupant les vores interiors de manera automàtica en funció de la seva posició, es poden arrodonir la mateixa quantitat del gruix i d'aquesta manera s'eliminen les interseccions de geometria.



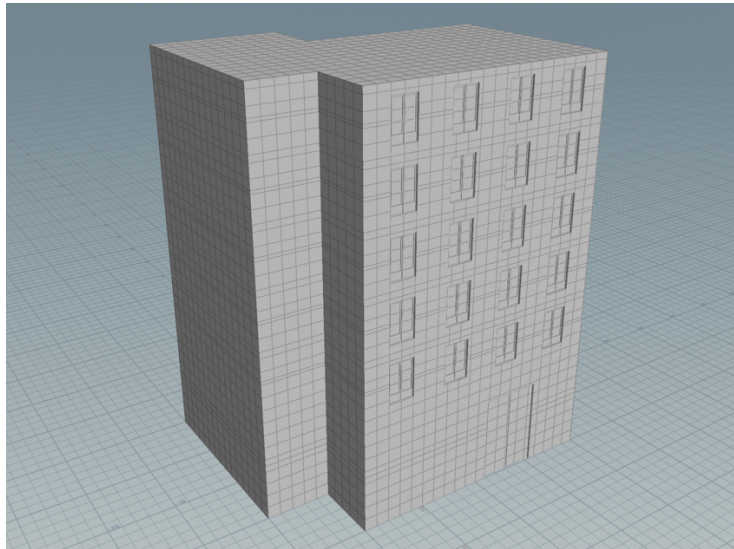
Img 9-14: Geometria base d'una planta sense detalls

Tenint el resultat del qual seria una primera planta molt bàsica es pot duplicar per la quantitat de plantes que s'ha definit i desplaçar verticalment seguint l'alçada de cada planta, d'aquesta manera aconseguim una mostra molt bàsica d'un edifici que serveix per demostrar la teoria que s'havia plantejat inicialment, ja que tenim el control sobre la forma, el número de plantes, alçada i gruix de les parets i el terra.

A partir d'aquest punt és qüestió d'acabar d'afegir totes les funcions i detalls que s'havien descrit inicialment.

Per poder afegir els balcons i finestres, primer cal definir manualment en quin dels costats de l'edifici està situat el que seria el carrer, un cop definit es poden crear els cubs que serviran per fer booleans i buidar l'espai on anirà situada la finestra. Les dimensions d'aquests cubs estaran definides en funció de les mesures de l'edifici i de les mesures que es configurin per a finestres i balcons. Quan ja tenim la base preparada podem configurar a partir de quin pis tindrà efecte i en quina distribució, ja que la planta baixa no acostuma a tenir balcons i a vegades no totes les finestres tenen balcons.

Utilitzant gran part dels processos realitzats per crear cada espai per les finestres, es poden crear les finestres i portes de fusta amb vidres i distribuir-les de manera similar.



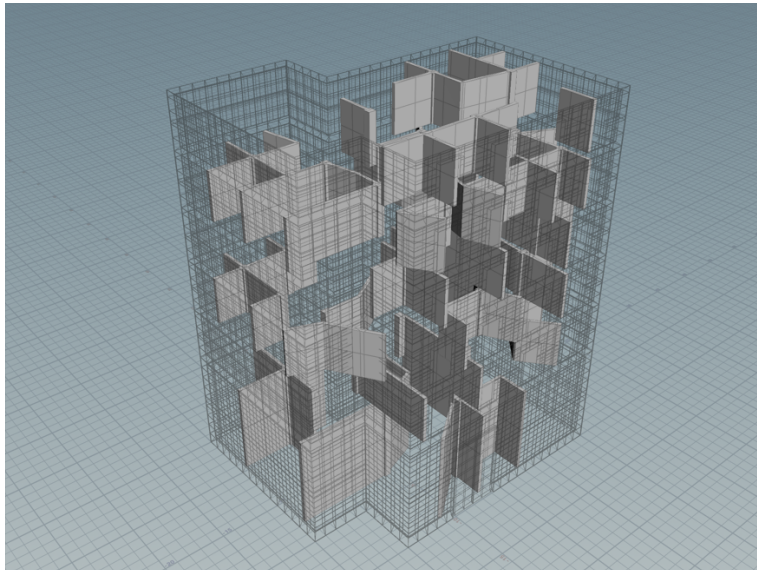
Img 9-15: Edifici amb totes les plantes configurades i l'espai per les finestres

Quan es defineixen propietats de cada planta es poden configurar més detalls, com per exemple que la planta baixa sigui més gran que la resta de plantes, o també es pot configurar que a sobre de l'última planta sempre hi hagi el terrat de l'edifici amb uns objectes determinats per tal de recrear els terrats reals.

Arribats en aquest punt que l'edifici ja es troba bastant avançat de la part exterior, es pot programar la lògica que se seguirà a l'interior per crear les diferents parets i habitacions.

Agafant referències dels edificis reals, el patró que es compleix en tot l'edifici són les parets mestres o columnes que aguanten l'edifici que són iguals en tots els pisos, mentre que la resta de parets petites poden variar entre pisos. Per tant les nostres parets havien de seguir aquesta mateixa distribució.

Inicialment en funció de la mida de l'edifici, es distribueixen els punts que serviran com a parets i columnes mestres, a partir d'aquests punts es creen la resta de parets unint punts de la paret exterior, tenint en compte que no es poden crear parets al mig d'una finestra, no poden quedar habitacions més petites que una mida determinada i que en cada habitació hi ha d'haver com a mínim una porta de sortida.



Img 9-16: Disposició de les parets interiors de cada planta

En aquest estat l'edifici ja es troba pràcticament acabat i només queda acabar d'afegir els detalls com serien les diferents capes de la paret de guix i pintura, que s'aconsegueixen a partir de crear una geometria similar a la de la paret exterior, però molt més prima i desplaçar-la de manera que cobreixi les zones interiors i exteriors de la paret.

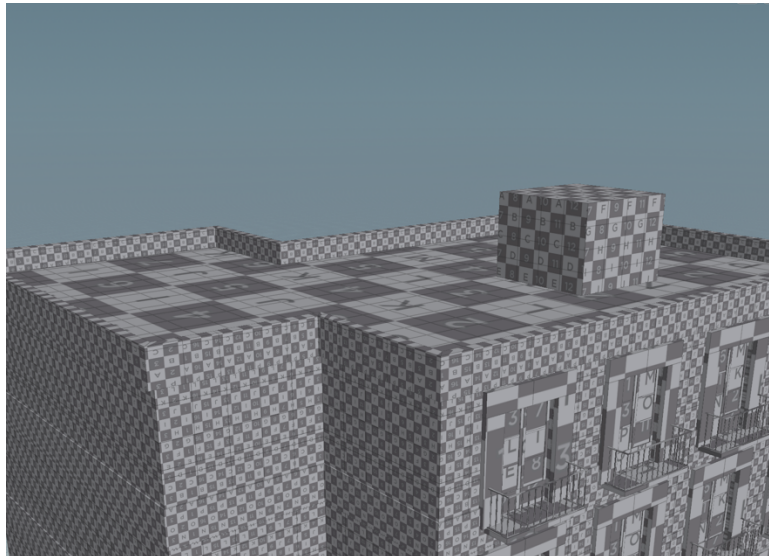
Per altra banda cal afegir els ornaments dels balcons i parets, que es crearan de manera similar a com s'han creat les finestres i es podran col·locar en posició seguint el mateix procediment.

Un cop creat l'edifici sencer, per la necessitat de tenir UVs en tota la geometria s'ha aprofitat que es té accés a totes les peces de l'edifici per poder crear el millor tipus de UVs per a cada peça.

En el cas de les peces que no es veuen modificades encara que la forma de l'edifici variï, com serien les finestres, portes i balcons s'ha pogut crear les UVs de manera tradicional, utilitzant un *UV Unwrap*.

Per altra banda per totes les altres peces que sí que es veuen modificades en funció de la forma de l'edifici s'ha hagut de desenvolupar un sistema per poder desplegar les UVs de manera neta, independentment de la forma de l'edifici i que a més a més s'adaptin a la mida de l'edifici i les seves plantes.

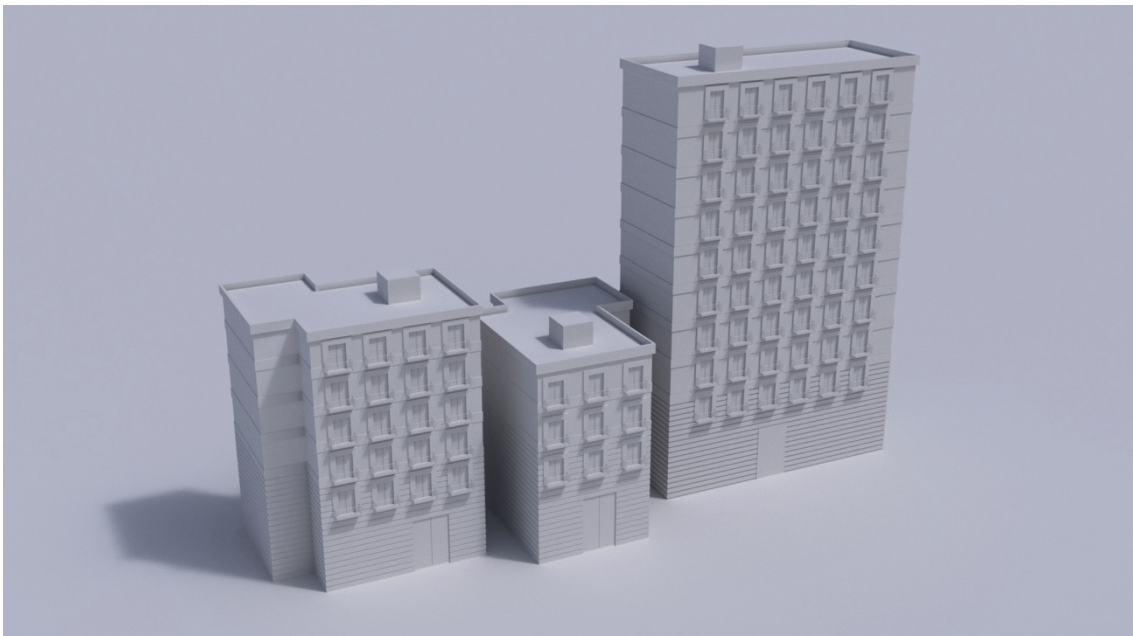
Adicionalment ja que s'estaven modificant les propietats de cada peça també era el moment correcte per afegir informació als atributs de cada objecte i així poder classificar-los en funció de la part de l'edifici a la qual pertanyen o del tipus de material que estan formats.



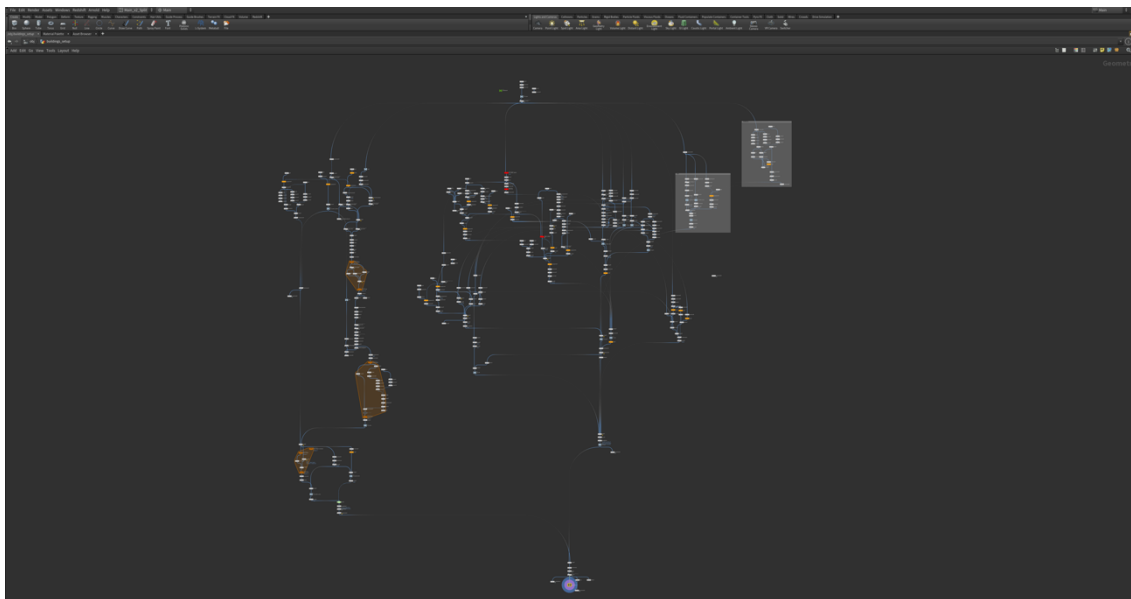
Img 9-17: Creació de les UVs de cada objecte

Finalment ja que tots els paràmetres de les peces que componen l'edifici, es troben referenciats a la forma inicial o als paràmetres que s'han creat per controlar-ne les propietats. Aconseguint que modificant la forma base i canviant alguns paràmetres l'edifici es construeix de manera automàtica un edifici que segueix un estil similar, però és diferent de l'anterior i es conserven totes les propietats assignades, grups de materials i UVs.

D'aquesta manera en qüestió de minuts ara es pot crear una gran quantitat d'edificis.



Img 9-18: Resultats dels edificis canviant alguns paràmetres



Img 9-19: Sistema de nodes del Houdini utilitzat per crear els edificis

OBJECTES ESPECÍFICS

Els objectes que no es poden modelar de manera procedural en aquest projecte es tracten dels elements que tenen una quantitat de detalls importants i que per la seva posició en el pla, és molt important poder tenir un control precís sobre la geometria.

Els dos casos en els quals ens trobem en aquesta situació, són dos edificis que s'han de veure de manera molt clara com es destrueixen i han de ser iguals als edificis gravats, ja que se substituirà una part de la gravació pel model 3D. Com que en els dos casos ja s'han realitzat els processos del matchmoving i de creació del playblast, ja tenim l'escena base creada en *Cinema 4D* i com que no es tracta d'un modelatge molt complex se seguirà utilitzant *Cinema 4D* per crear el model.

El primer cas es tracta d'una habitació vista des de l'interior, on s'utilitzaran imatges de referència per modelar l'interior el més semblant possible.

El punt de partida del model, consisteix a crear les bases de l'habitació amb plans per tenir una referència de l'espai, a partir d'aquí utilitzant la tècnica del modelatge poligonal crearem un pla per a cada objecte individual de l'escena i a partir d'extruir els costats i modificar la posició dels vèrtexs.

Un detall important al moment de modelar és mantenir l'escena organitzada amb diferents grups per poder identificar on pertany cada una de les peces un cop

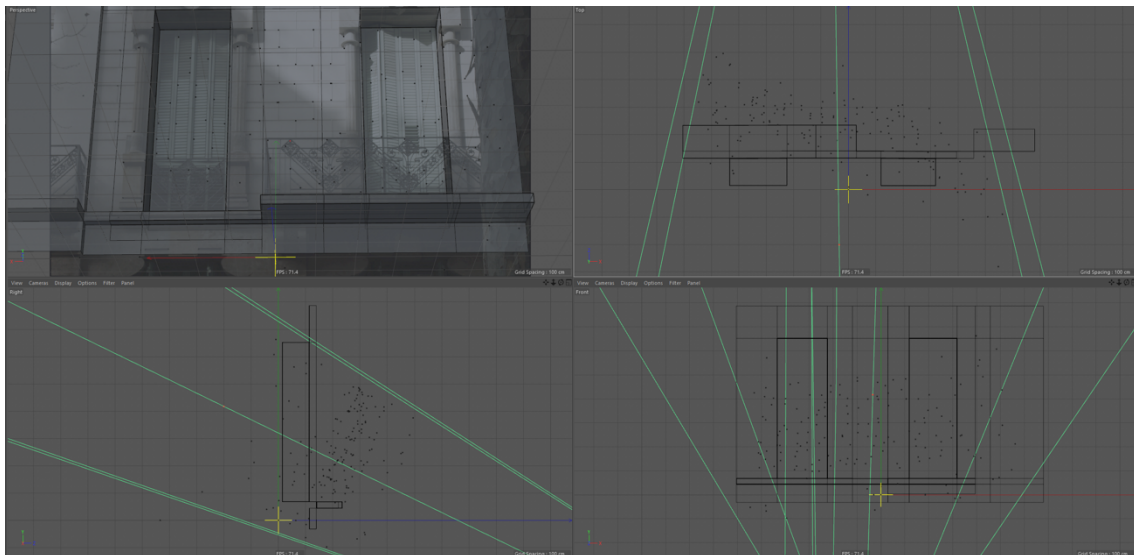
acabat el procés de modelatge igual que s'ha realitzat amb les propietats dels edificis.

Durant el modelatge de les diferents parts de l'interior, és important tenir en compte que després aquests objectes han de ser utilitzats en simulacions, per aquest motiu, tots els objectes que es fan, encara que no siguin del tot visibles, es creen completament tancats sense cap obertura, ja que després podria generar problemes.

Un cop acabat el procés de modelatge de totes les peces, es creen les UVs per la textura igual que en la resta d'edificis i es prepara la geometria per poder ser exportada al *Houdini* per realitzar la simulació.

L'altre cas en el què cal realitzar el model de manera manual és en un pla que és necessari canviar una part d'un edifici gravat per l'edifici en 3D que després s'hi haurà de simular una explosió.

Aquest model ha de ser exactament igual que el real, ja que no ha de ser visible el canvi d'una part de l'edifici a l'altre, per això per modelar utilitzarem el núvol de punts que es va obtenir del matchmoving per saber on situar el model en l'espai 3D, perquè tingui el mateix moviment que la imatge.



Img 9-20: Posició de la geometria de referència en el núvol de punts

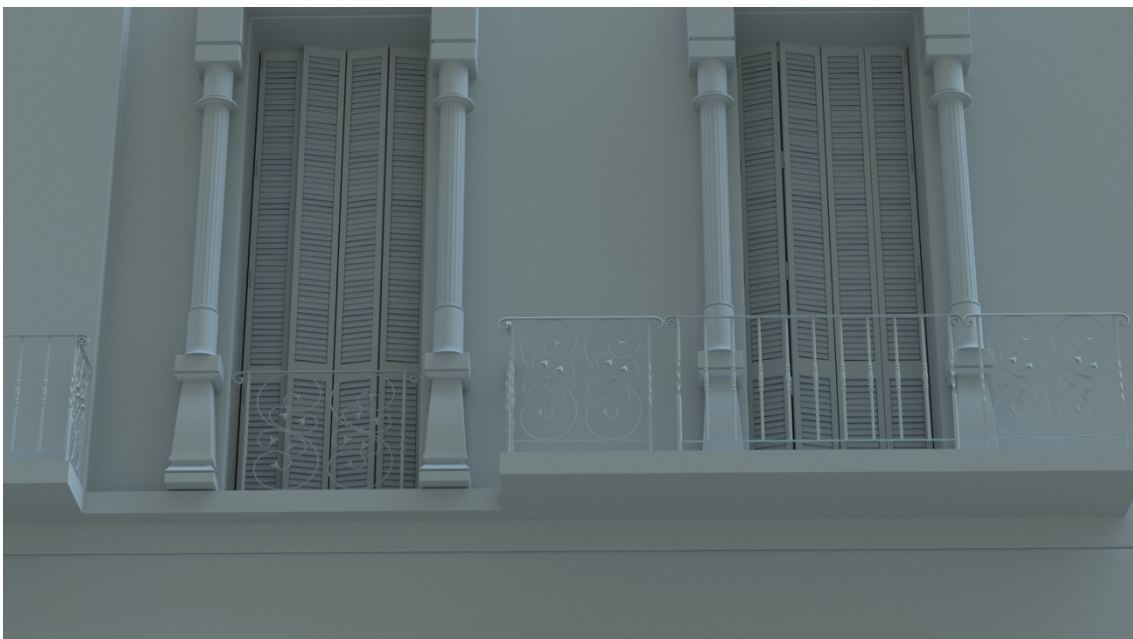
A partir de conèixer la seva posició en l'espai 3D, s'utilitzarà la imatge gravada com a fons i des de la vista de la càmera es crearà un pla com a geometria inicial per a cada objecte necessari. S'extruiran els costats i es posicionaran els vèrtexs perquè coincideixin amb la vista de càmera, d'aquesta manera com que

s'ha tingut en compte la seva posició respecte a la càmera, quan aquesta es mou la geometria segueix coincidint amb la imatge real.

Un cop realitzat el procés de crear cada objecte a partir de la vista de càmera, s'agrupen tots de la mateixa manera com s'ha realitzat amb tots els altres models per tenir els grups en funció de les propietats dels materials o de la zona a la qual pertanyen. També es creen les UVs per poder mantenir les textures de manera correcta un cop realitzada la simulació.



Img 9-21: Fotograma de referència



Img 9-22: Model 3D obtingut en finalitzar el procés

SIMULACIONS DE PARTÍCULES

Les simulacions de partícules com s'ha comentat anteriorment consisteixen en la creació de simulacions que es basen en el desplaçament de punts, oferint la possibilitat de crear qualsevol tipus de resultat i tenint la capacitat de crear molts milions de partícules gràcies a la seva baixa càrrega computacional, aconseguint representar formes creades a partir de punts.

En aquest projecte es troben en la majoria de plans, ja que és un recurs molt utilitzat en tot tipus de simulacions per tal d'aconseguir altres efectes de manera més controlada.

En tots aquests casos com que s'han utilitzat de manera molt concreta per facilitar una altra tasca, s'explicaran de manera més detallada en els casos corresponents.

Per altra banda el projecte inclou una simulació principal que només utilitza partícules com són els focs artificials de l'inici.

La idea amb aquesta simulació era poder crear una gran varietat de focs artificials definint uns paràmetres en funció de les necessitats i així un cop desenvolupat el sistema de partícules poder aconseguir diferents resultats de manera molt àgil, seguint una filosofia semblant a la utilitzada per la creació d'edificis, per tant es va optar per desenvolupar tota la simulació dins de *Houdini*.

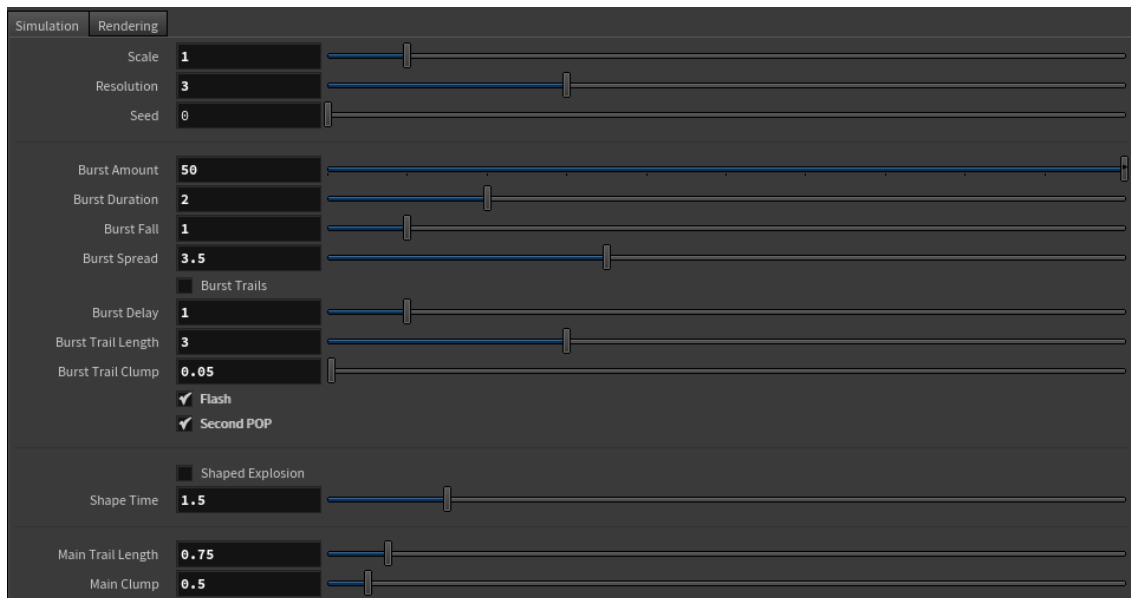
Per poder desenvolupar el sistema primer calia identificar totes les fases en les quals es pot trobar un coet real i replicar-ho amb els controls que es trobin necessaris.

Podríem dir que després d'observar referències, en el funcionament dels focs artificials reals trobem, el moment que s'encén el coet i comença a pujar deixant una estela, després a causa que comença a perdre velocitat es veu com la paràbola és més pronunciada com es pot veure amb l'estela fins que explota, en el moment de l'explosió hi ha un flaix de llum intens i poden aparèixer diferents elements com poden ser formes, altres petards que deixen estela i cauen lentament o altres petards que poden tornar a explotar.

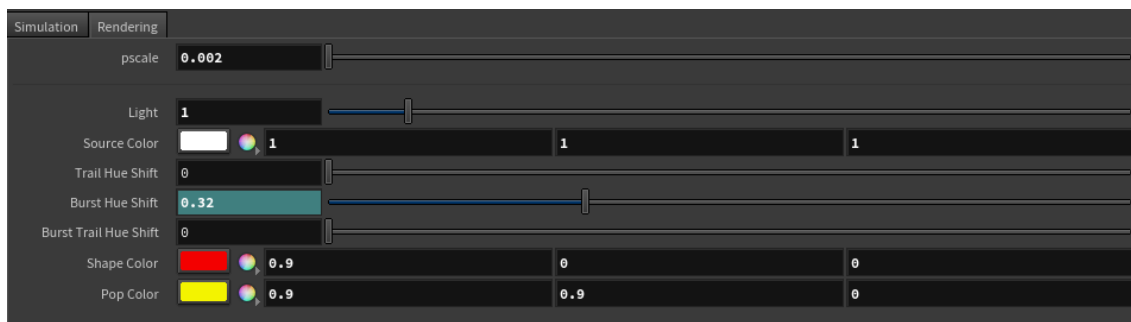
Un cop observades totes aquestes característiques es va optar per crear un sistema d'aquestes característiques:

- Velocitat inicial variable, per controlar l'altura a la qual arriba el coet i la quantitat de paràbola que es crea.
- Definir el temps entre l'inici i la primera explosió així com la llargada de l'estela que pot deixar.

- Un cop explota tenir control sobre si es crea una forma, més petards que exploten o altres que deixen esteles, tenint controls independents de la velocitat, durada o l'efecte que realitzen.
- Poder editar els colors i llum que emet cada tipus d'element en funció de les diferents variables de la simulació un cop realitzada.



Img 9-23: Paràmetres creats per controlar la simulació



Img 9-24: Paràmetres creats per controlar el render

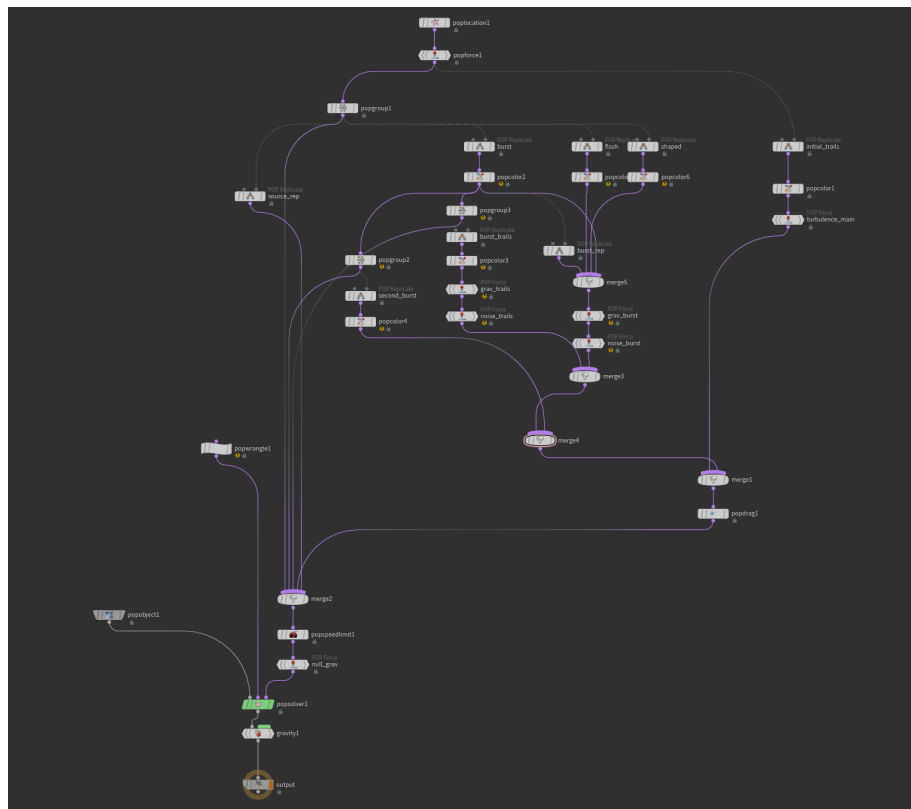
Per aconseguir crear la simulació s'ha utilitzat un principi molt bàsic en les simulacions que es tracta de crear un moviment amb un objecte i a partir d'aquest emetre tots els altres elements, ja que configurar manualment la trajectòria de cada element representa una quantitat de temps molt elevada i en la majoria de casos no és necessari.

La font inicial es tracta d'una sola partícula que puja a la velocitat s'ha determinat amb els nostres paràmetres inicials. A partir d'aquesta partícula s'emeten altres partícules de forma aleatòria, que es dispersen i tenen una durada definida pels paràmetres configurats, aquestes partícules es veuen afectades principalment

per la força de la gravetat i d'aquesta manera seran les partícules que dibuixaran l'estela del coet.

Un cop el coet explota, es generen dos grups de partícules nous, el primer inclou totes les partícules que són responsables del flaix de l'explosió, les quals tenen una durada molt breu, però n'hi ha una gran quantitat i generen una gran quantitat de llum, per altra banda es crea l'altre grup que inclou totes les partícules que realitzen els diferents efectes.

Les partícules que s'han generat per crear els efectes un cop ha explotat el coet es poden tractar seguint el mateix procediment que l'estela inicial, d'aquesta manera només cal canviar el controlador de cada paràmetre i aprofitant el sistema ja existent es poden obtenir comportaments similars de manera molt àgil.



Img 9-25: Sistema de nodes utilitzat per la simulació de partícules

Un cop realitzada la simulació de partícules per tal d'afegir el realisme necessari, es realitzarà una simulació del fum que desprenen els elements.

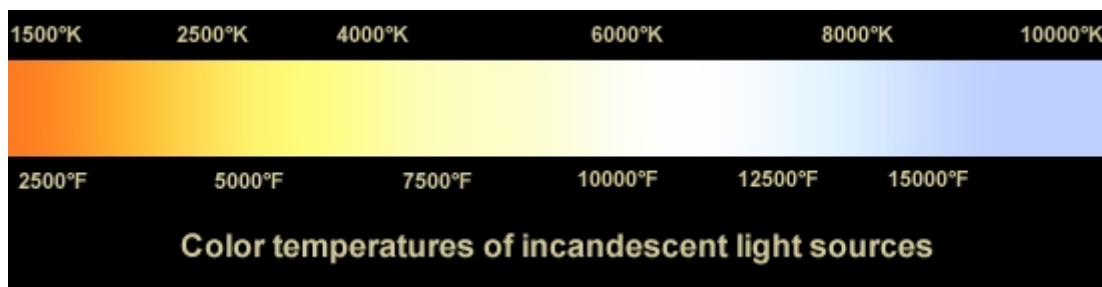
Aquesta simulació com que no es tracta d'un element principal no cal obtenir un resultat molt detallat i per aquest motiu no s'inclou dins l'apartat dedicat a les simulacions de volums.

El procediment per obtenir el fum consisteix a emetre fum des de les posicions on hi ha alguna partícula i fer que es dissipï amb el temps, aquest efecte senzill li donarà una sensació de volum a la simulació i l'ajudarà a tenir més presència.

Com s'havia definit a les característiques de la simulació un cop acabada havia de ser possible editar els colors i les característiques de les partícules, per tant ara un cop acabades les simulacions es pot guardar tota la informació obtinguda i seguir editant les propietats de les partícules.

El color de les partícules és una de les propietats principals que s'ha de poder modificar amb facilitat, ja que és una de les més susceptibles canvis.

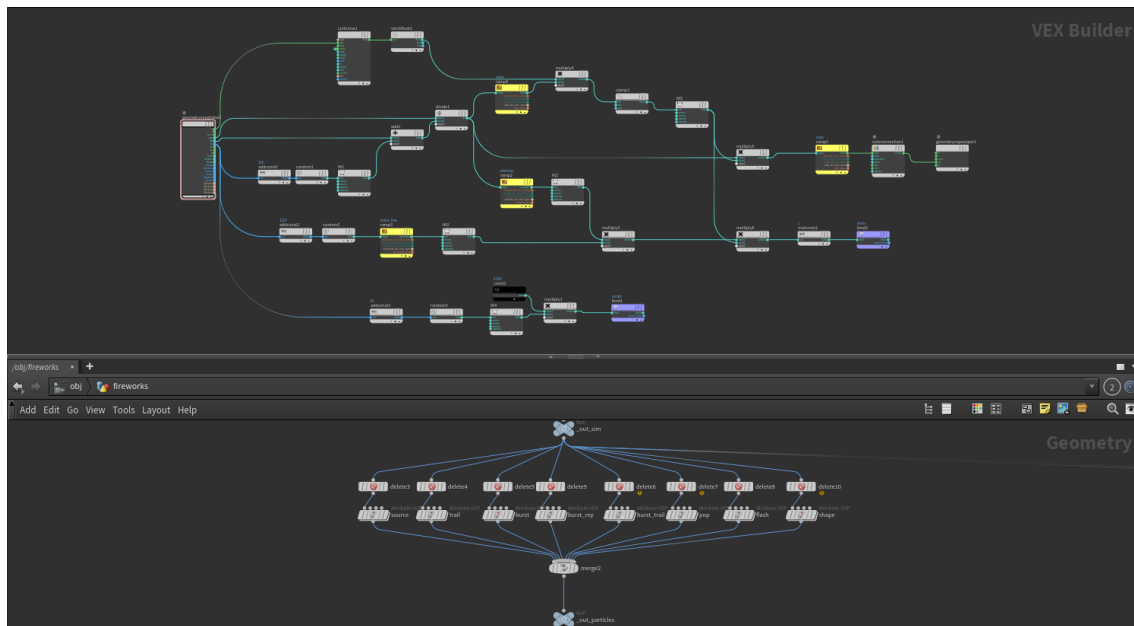
Per definir el color es té en compte la vida de cada partícula i d'aquesta manera podem assignar diferents colors en funció de l'estat de la partícula i controlar-los de manera molt simple. En aquest cas com que estem tractant amb elements que en la realitat es troben a temperatures molt calentes, utilitzem l'esquema de *Blackbody Radiation* on el seu color està definit pel seu color, o en aquest cas segons la seva edat. D'aquesta manera quan volem variar el color només s'ha de modificar la seva tonalitat.



Img 9-26: Gradient del color en funció de la seva temperatura

Les altres característiques com la llum que emeten o la seva opacitat també es configuren en funció de la seva vida, d'aquesta manera totes les components segueixen estant vinculades a la simulació i en cada futur canvi totes les característiques s'adapten de manera automàtica.

Addicionalment com que en la simulació s'han agrupat totes les partícules en grups diferents es poden editar totes les característiques en funció del seu grup, d'aquesta manera es pot programar una gran quantitat de funcions i obtenir comportaments de colors o il·luminació complexa a partir de la combinació de tots els grups.

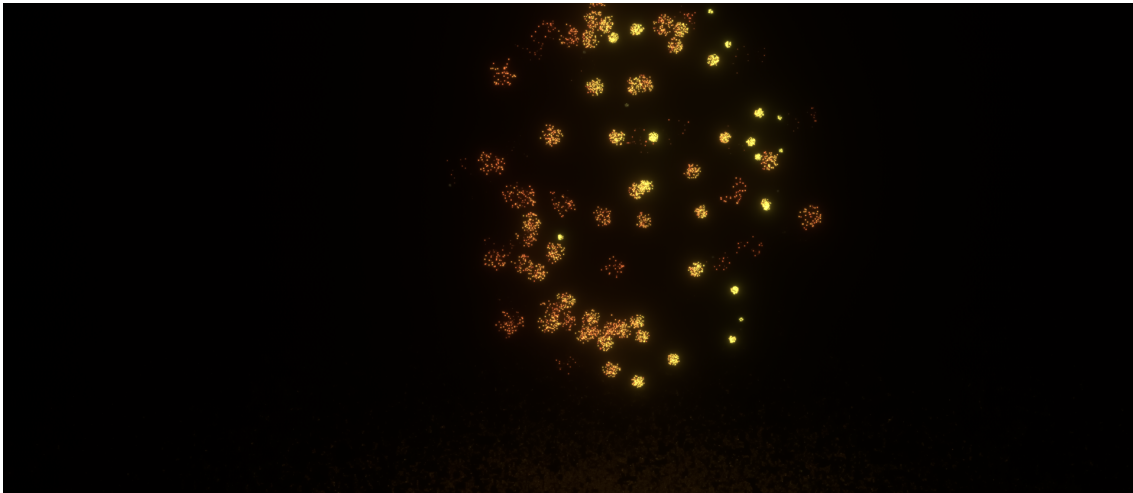


Img 9-27: Esquema de nodes per l'edició del color i il·luminació (part superior), separació per grups (part inferior)

Un cop configurats tots els elements podem obtenir diferents variacions i crear els elements necessaris per al pla de manera senzilla, tenint un gran control artístic sobre el resultat final de les simulacions sense perdre la complexitat i els detalls que els aporten realisme.



Img 9-28: Resultat final d'un tipus de simulació de partícules



Img 9-29: Resultat final d'una altra simulació de partícules

SIMULACIONS DE RÍGIDS

Les simulacions de cossos rígids com s'ha comentat anteriorment, es tracten de simulacions que utilitzen elements que poden reaccionar a col·lisions entre ells, però no es poden deformar. En aquest projecte aquest tipus de simulacions representen una de les parts més importants.

Durant la realització de tot el projecte es realitzaran una gran quantitat de simulacions d'aquest tipus, però les podem agrupar en tres grups principals, les simulacions de gran escala dels edificis, les simulacions de tots els cotxes que han d'aparèixer destruïts i les simulacions d'elements específics per a escenes determinades.

Com és habitual en tot aquest tipus de tasques, s'utilitzarà *Houdini* per crear totes les simulacions de manera procedural.

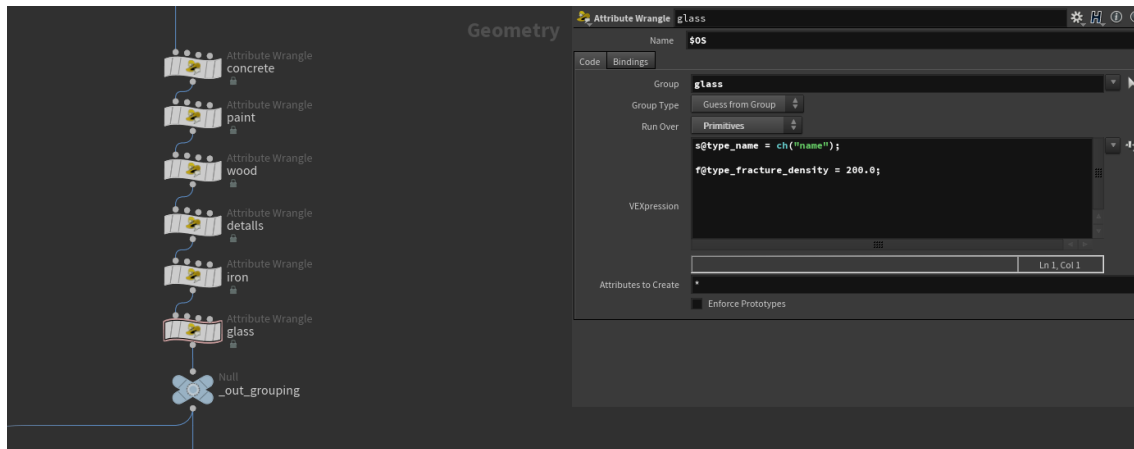
SIMULACIONS D'EDIFICIS

Per realitzar les simulacions s'utilitzaran els edificis que s'han modelat de manera procedural, ja que es necessitarà crear una gran quantitat de simulacions variades en funció del pla.

En l'apartat del modelatge procedural dels edificis s'ha comentat que s'han classificat les diferents parts en funció del material o de la part de l'edifici al qual pertanyen. Aquesta informació ens servirà com a punt de partida per preparar la simulació de manera molt més àgil.

El primer pas per començar a preparar la simulació consisteix a utilitzar els grups creats prèviament i assignar propietats per crear la geometria que servirà per

simular. Per exemple definim que els objectes que estiguin inclosos dins del grup de vidre, es trenquin en parts molt més petites que no les parets de l'edifici.

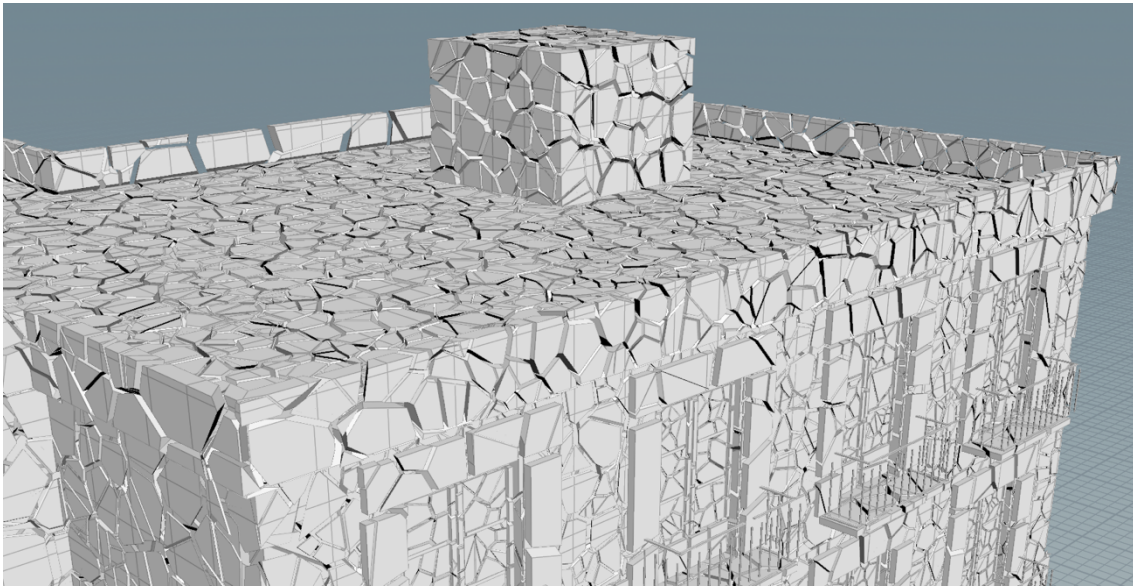


Img 9-30: Creació dels grups amb diferents propietats per la simulació

Un cop definides totes les propietats de l'edifici utilitzarem aquesta informació per calcular cada part de l'edifici en quantes peces s'ha de dividir i quines formes han de tenir.

Per realitzar fractures d'objectes hi ha diversos mètodes, en aquest cas com que no es tracta d'un objecte principal utilitzarem el sistema conegut com a *voronoi fracture*, tot i que es realitzaran varies modificacions per tal d'obtenir resultats amb més detall i per modificar el comportament limitat d'aquest tipus de fractures.

Realitzat el procés de fracturar els objectes podem obtenir al voltant d'unes 70.000 peces i per tal d'afegir més detall a les parts que seran més visibles, podem seleccionar les peces que siguin més grans d'una mida determinada per dividir-les en parts més petites i acabar obtenint unes 100.000 peces per simular.



Img 9-31: Edifici fracturat en peces

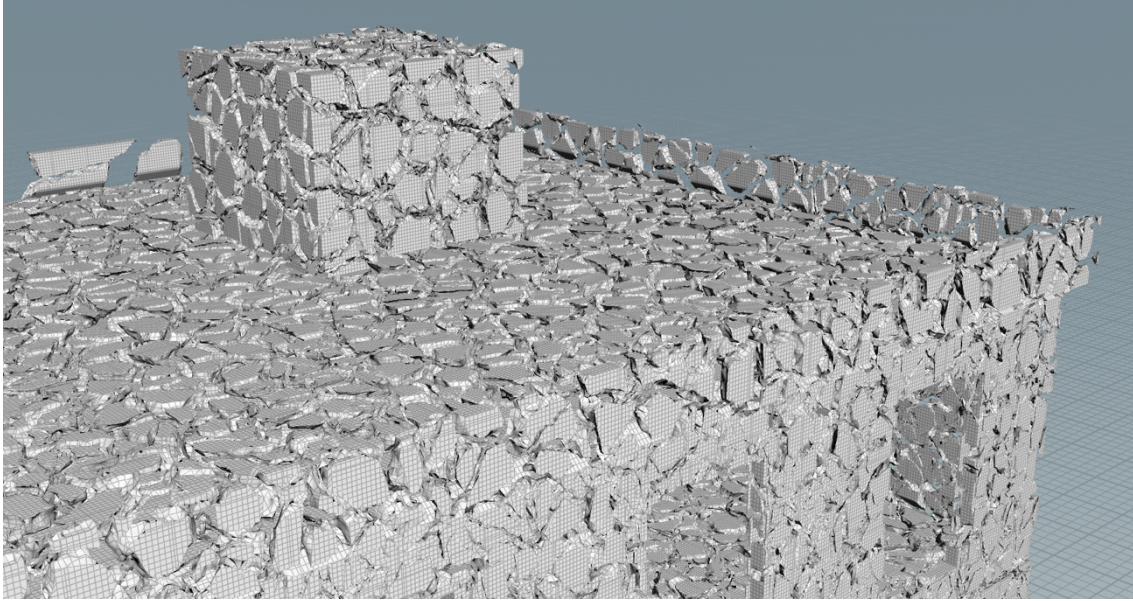
Durant tot aquest procés és molt important que cada peça segueixi mantenint les propietats definides inicialment per tal de mantenir l'ordre, així com les propietats de les UVs per seguir tenint textures correctes tot i haver fragmentat la peça inicial.

Tot i les variacions introduïdes en la fractura, les peces que aconseguim tenen la característica que les cares interiors són totes planes amb una resolució molt baixa, cosa que no reflexeix com seria realment una paret trencada.

Per aquest motiu podem aprofitar un dels avantatges d'utilitzar *Houdini* per les simulacions que consisteix a programar un sistema on utilitzem les peces que hem obtingut en baixa resolució per la simulació i per separat crear versions en alta resolució de cada peça per després substituir-les un cop s'hagi realitzat la simulació, d'aquesta manera el procés serà molt més ràpid i eficient pel que fa a recursos de l'ordinador.

Les peces en alta resolució les crearem a partir d'aplicar la mateixa sèrie d'operacions sobre cada peça en baixa resolució de manera automàtica per agilitzar el procés. Les funcions que es realitzaran sobre cada peça consistiran a afegir més quantitat de polígons per tal de poder introduir detall i després calcular la direcció i posició de la peça per identificar quines són les cares interiors per deformar i obtenir una textura de pedra.

Un cop realitzat el procés per a totes les peces, es conserven els mateixos noms i les propietats anteriors per ser utilitzats més endavant.



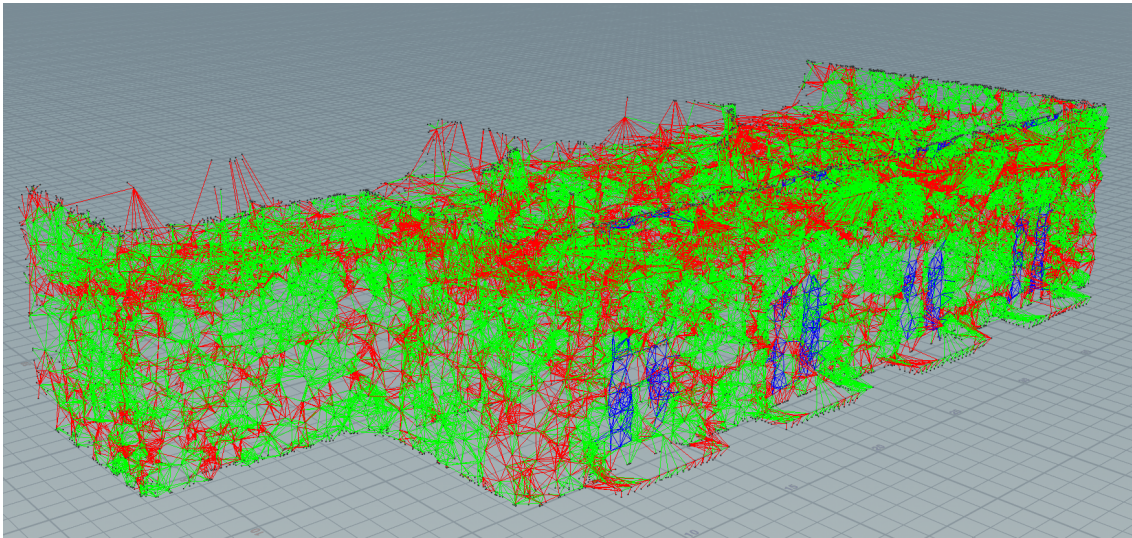
Img 9-32: Peces fracturades en alta resolució

L'últim pas abans de poder començar a simular l'edifici sencer és la creació dels *constraints*. Aquests elements es coneixen com la geometria que es crea per representar determinades relacions entre els objectes, que en aquest cas es tractarà de les forces que mantenen els objectes units i eviten que se separin quan hi ha un impacte inferior a una força determinada.

La geometria dels *constraints* es crea a partir de traçar línies entre els diferents centres de cada peça, on es pot especificar a quantes peces del seu voltant es poden vincular i fins a quin radi, aquestes línies estaran directament vinculades a cada peça de manera que amb qualsevol modificació s'actualitzaran de manera automàtica.

Un cop creades totes línies podem acabar d'utilitzar la resta de propietats que s'han definit per cada material per poder assignar la força de cada línia que ha de mantenir cada peça unida.

Addicionalment podem programar algun comportament més complex per tal d'aconseguir zones que es mantinguin més senceres o si volem agrupar peces en funció d'algun patró per tal de dirigir el comportament de manera específica per a cada pla.

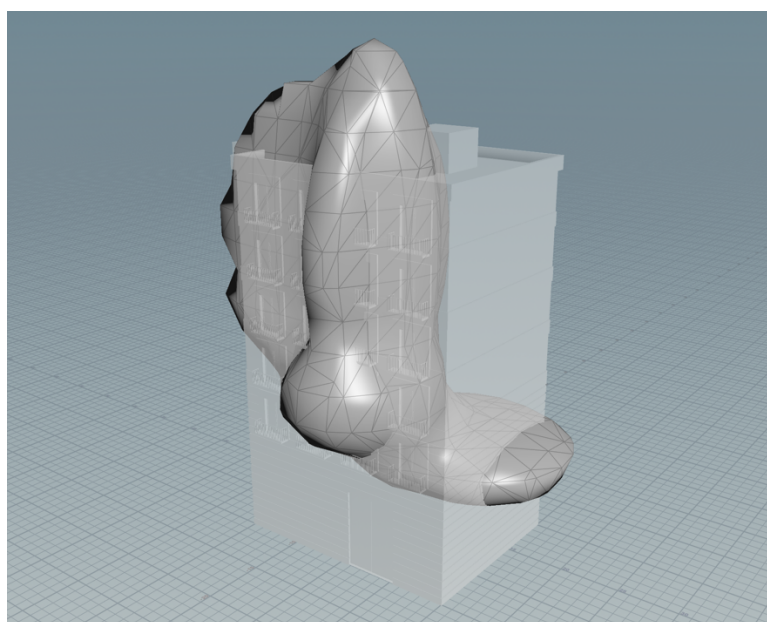


Img 9-33: Constraints d'una de les parts de l'edifici

Després de realitzar tota la preparació del model per ser simulat ja podem començar a crear totes les simulacions per poder ser adaptades en diferents situacions.

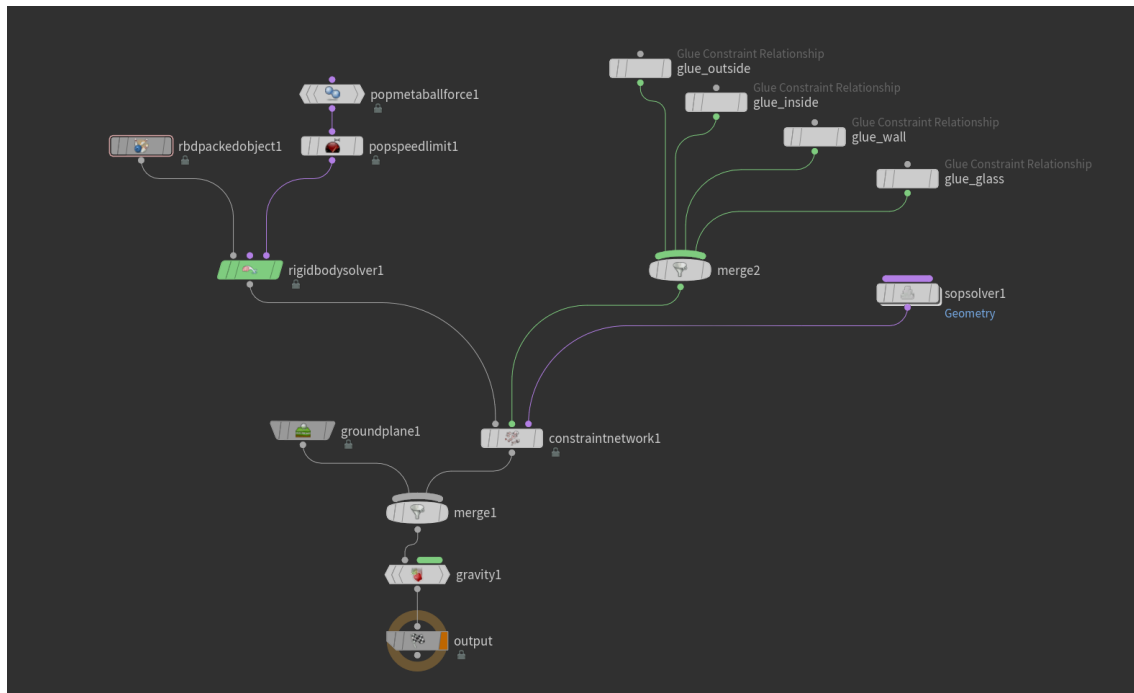
Com que la simulació es basa en comportaments basats en la realitat, les forces que hi intervenen es poden representar amb forces que es coneixen de manera general, com serien la força de la gravetat i la fricció de l'aire.

Però igual que en la realitat, els edificis no acostumen a caure per si sols a causa de la força de la gravetat, per tant per poder aconseguir una simulació controlada i poder dirigir-la en funció de les necessitats de cada pla, utilitzarem un sistema per determinar en quina posició de l'edifici i en quina quantitat, s'aplicaran les forces per trencar l'edifici i provocar la caiguda.



Img 9-34: Forces per fracturar l'edifici

A part de les forces creades per trencar l'edifici d'una manera determinada, també podem acabar de forçar certs comportaments per acabar obtenint el resultat desitjat, com modificar els *constraints* a mitja simulació per obligar els vidres a trencar-se abans o per desfer algun tipus de *constraints* que es trobin dins alguna zona determinada per acabar aconseguint peces més petites i no blocs tan grans.



Img 9-35: Sistema de nodes utilitzat per les simulacions dels edificis

Un cop realitzada la simulació de l'edifici només cal aplicar el procés que s'ha mencionat anteriorment d'intercanviar la geometria de la simulació per la d'alta resolució.

Per realitzar aquesta funció aprofitarem els noms únics que havíem assignat a cada peça, per fer que cada peça en alta resolució busqui la peça a la qual equival en baixa resolució i a cada fotograma es copiï la seva posició, orientació, velocitat lineal i velocitat angular.

Finalment només cal preparar la geometria per poder ser exportada correctament als altres softwares, mantenint els grups, textures i propietats necessàries per renderitzar.



Img 9-36: Resultat d'una de les simulacions

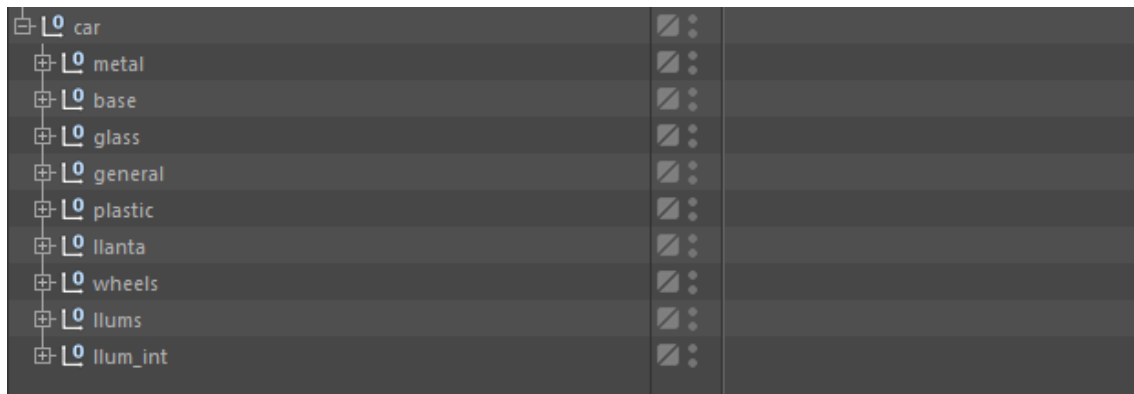
SIMULACIONS DELS COTXES

Inicialment les simulacions per destruir cotxes no havien de ser necessàries, ja que es podien utilitzar models de llibreria de cotxes i després ajustar el model perquè semblés destruït. Però com que ens trobàvem en una situació que es necessitava una gran quantitat de cotxes destruïts que semblessin reals, es va optar per crear un sistema per simular i poder aconseguir de manera ràpida tots els vehicles destruïts que es volgués.

Aparentment segons la definició que havíem dit de les simulacions de rígids, es simulen objectes que no poden variar la seva forma, per tant deformar el metall del cotxe no hauria de ser possible.

Per tal de poder aconseguir deformar el metall amb col·lisions de rígids s'utilitzaran algunes eines que ens ofereix *Houdini* combinades amb alguns comportaments que es programaran concretament per acabar d'aconseguir el resultat final.

Abans de començar a crear la simulació primer cal preparar els models de cotxes de llibreria per poder ser utilitzats, per això utilitzarem *Cinema 4D* per agrupar les diferents parts dels cotxes en funció del material i eliminar les peces que no siguin necessàries, ja que si eliminem totes les peces que no siguin visibles abans de la simulació suposarà una menor càrrega i agilitzarà el procés.

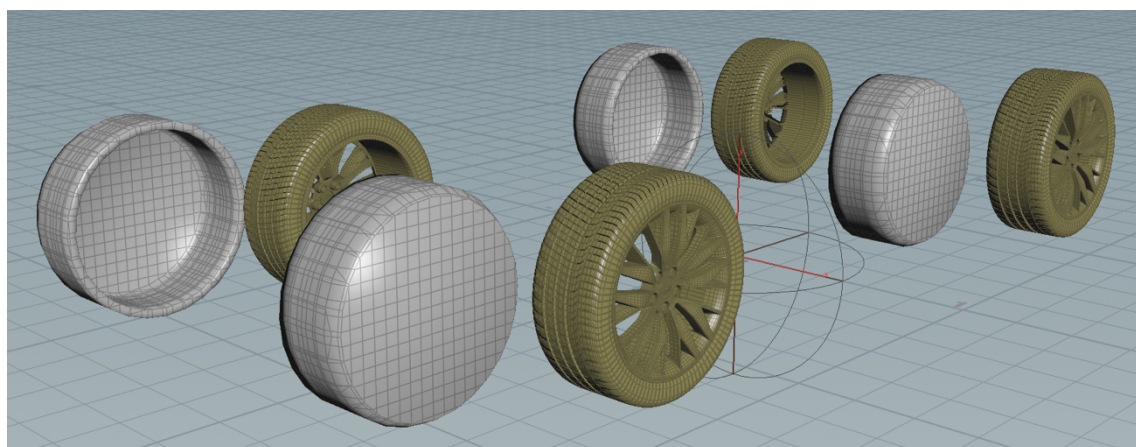


Img 9-37: Grups preparats en Cinema 4D

Un cop preparat els grups del model, el podem importar a *Houdini* per seguir realitzant la preparació dels objectes abans de la simulació. Tots els ajustos es configuraran en funció dels grups creats prèviament, així quan s'utilitzin diferents models, si es conserva un ordre igual de grups, totes les propietats es configuraran automàticament.

Inicialment cal definir les propietats de cada grup de materials, per poder preparar la geometria de manera adequada a les seves característiques, per definir si són objectes que s'han de trencar, deformar o estàtics, ja que per exemple no serà igual el procés del vidre, del metall, de les rodes o de la base del cotxe.

En els casos que volem molts objectes en un conjunt realitzant el mateix comportament, en comptes de simular-los tots, podem crear una geometria que representi tot aquest grup d'objectes per a després per calcular a la simulació i estalviar els recursos d'haver d'utilitzar totes les peces. Aquesta funció ens resultarà especialment útil a les rodes i a la part frontal del cotxe, ja que hi ha una gran quantitat de peces petites que no necessàriament s'han de separar.

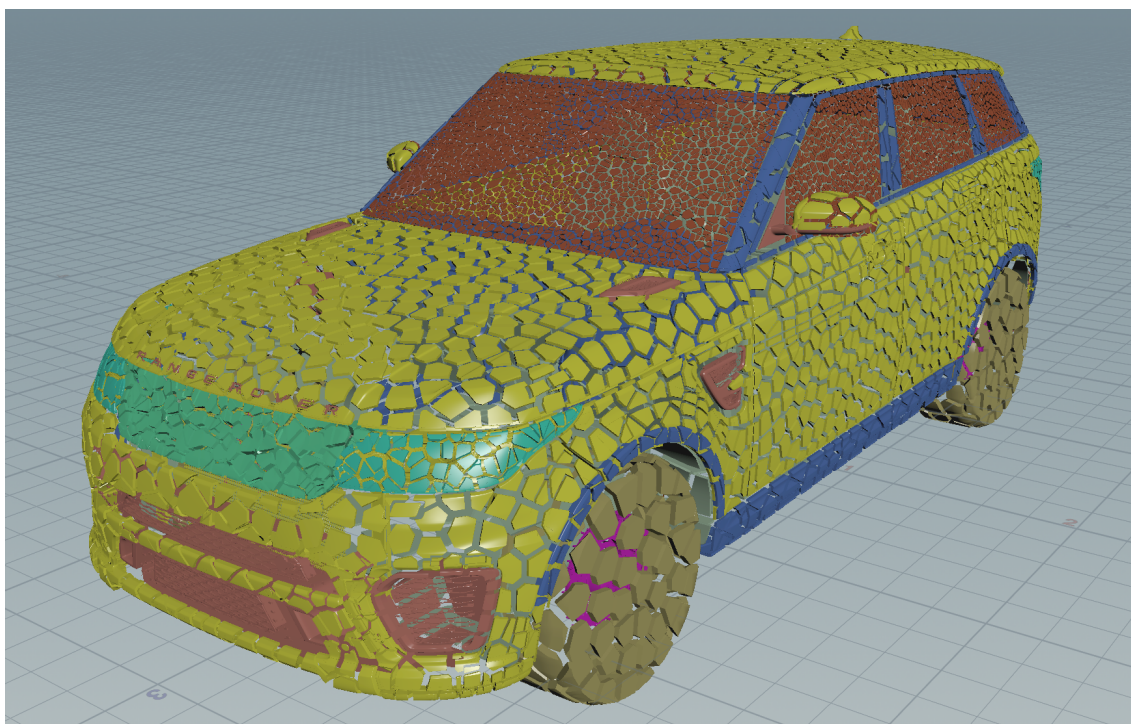


Img 9-38: Geometria per substituir les rodes en la simulació

Definits tots aquests paràmetres, podem seguir a fracturar la geometria.

S'ha de tenir en compte que en tractar-se de models de cotxes de llibreria, molt probablement no seran objectes sòlids, sinó que seran plans amb la forma de cada part, per tant abans de fracturar cada peça haurem de comprovar-ne el volum i en el cas que no en tingui s'haurà d'afegir gruix.

Un cop totes les peces tenen volum, es realitza la fractura utilitzant el sistema de *voronoi* seguint la densitat que s'ha especificat. En aquest cas s'utilitza el sistema de *voronoi* perquè només necessitem peces més petites que l'original i no han de tenir cap tipus de forma concreta, ja que no seran visibles en el resultat final.



Img 9-39: Model del cotxe fracturat en totes les peces per la simulació

Un cop creades totes les peces que s'utilitzaran en la simulació, cal configurar el sistema que ens permetrà simular les peces que representen el metall i després utilitzar-les per deformar els objectes.

Igual que en les simulacions dels edificis, s'utilitzaran diferents *constraints* per determinar les diferents relacions entre els objectes.

En el cas dels vidres i materials que es trenquen en diferents peces, s'utilitzaran els mateixos *constraints* que en l'edifici, on es determinarà la força a la qual es poen separar les peces en funció de l'impacte.

Per altra banda per aconseguir l'efecte de deformar els objectes, utilitzarem un tipus de *constraints* que permeten un moviment entre les peces, però no es

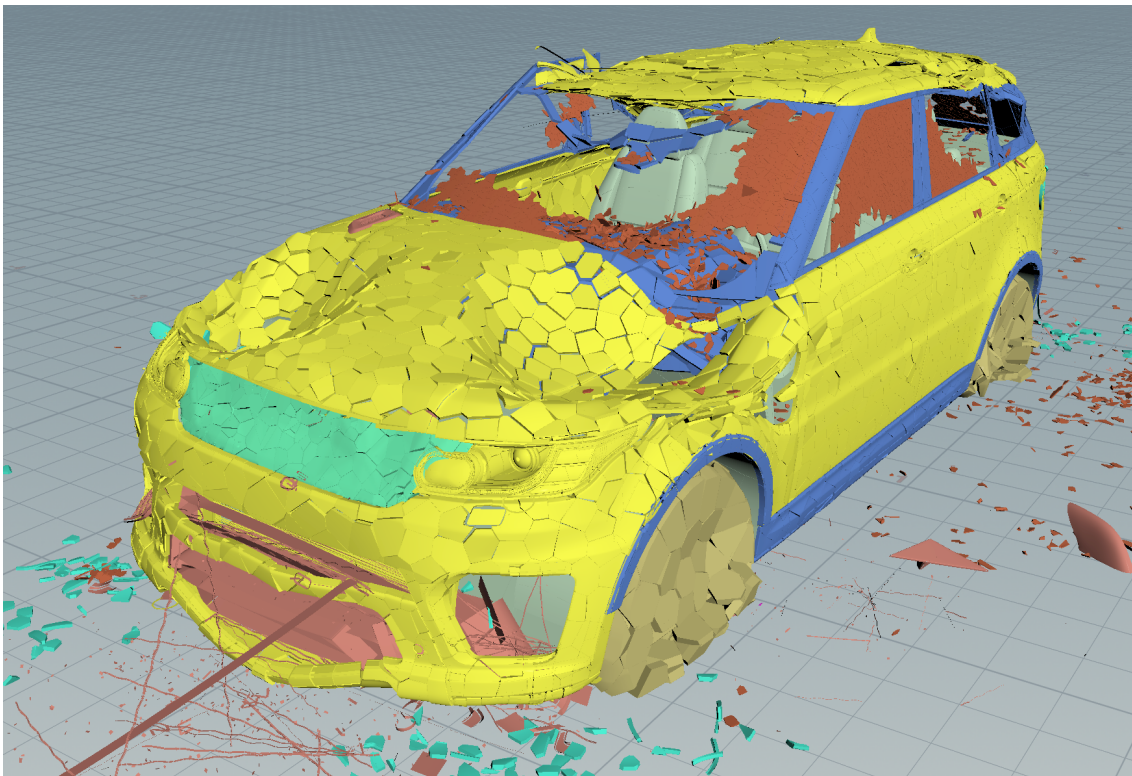
poden separar més d'una distància concreta. El problema d'aquest sistema és que les peces sempre intenten tornar a la seva posició original, de manera que un cop es deformen els objectes si no es corregeix, es perd tot el resultat de la simulació, ja que el metall no ha de recuperar la seva forma de manera instantània.

Per solucionar aquest problema, podem programar un sistema que inicialment sigui un objecte rígid fins a rebre un impacte que provoqui la seva deformació, després utilitzi aquesta deformació fins al punt màxim i abans de començar a recuperar la seva forma que conservi la deformació fins a rebre qualsevol altre impacte que provoqui una deformació.

Com que aquest sistema s'ha dissenyat per poder simular una gran quantitat de cotxes i obtenir resultats similars.

Per crear els objectes que impactaran amb el cotxe s'utilitzarà la seva posició i es crearan elements de manera aleatòria que seran incorporats a la simulació per generar les deformacions.

Un cop creats tots els elements necessaris per a la simulació, podem simular els impactes en el cotxe i realitzar les variacions corresponents a les forces que impacten o les que mantenen les peces unides per aconseguir el resultat desitjat.



Img 9-40: Resultat de les peces de la simulació

Amb la simulació aconseguim el resultat final de tots els elements que es trenquen en peces petites, però de tots els elements que s'han de deformar només hem aconseguit totes les peces petites amb la deformació seguint el sistema que s'ha programat anteriorment.

Com que l'objecte que ha de ser visible al final no ha d'estar format per les peces petites fracturades, utilitzarem el model del cotxe inicial abans de realitzar cap extrusió ni fractura per aplicar les deformacions obtingudes.

Del model original es separaran els objectes que s'havien de deformar dels que es trencaven per peces, després podem vincular cada part del cotxe a ser deformada amb les peces corresponents a aquella part que hem simulat. Realitzant aquest procés podem calcular la posició inicial de cada objecte respecte a les peces petites i aplicar la mateixa deformació a l'objecte original, seguint la simulació de les peces.

Un cop aplicades totes les deformacions a les peces necessàries, podem ajuntar-hi les peces dels objectes fracturats i així aconseguim el resultat final de la simulació.



Img 9-41: Geometria original deformada en funció de les peces simulades

Sabent que el resultat del sistema és satisfactori, només cal replicar el procés per a cada cotxe que es vulgui simular i aconseguir els diferents resultats de manera molt àgil, sense necessitar realitzar gaires variacions.

Com que en tots els passos s'ha conservat la informació inicial, podem exportar la geometria per renderitzar i conservarem la mateixa estructura de grups i

materials que teníem, d'aquesta manera podem utilitzar totes les textures creades abans de la simulació i aconseguir el mateix resultat final.



Img 9-42: Resultat de la simulació d'un dels cotxes



Img 9-43: Resultat de la simulació d'un altre model



Img 9-44: Resultat de la simulació d'un altre model

SIMULACIONS D'ELEMENTS ESPECÍFICS

Dins les simulacions d'elements específics ens centrarem en les simulacions de rígids que ocupen un paper principal en algun dels plans. Per aquest motiu seguirem un procés diferent dels realitzats fins ara per poder tenir molt més control sobre les simulacions i un resultat molt més detallat, ja que no és necessari simular un edifici sencer, sinó les petites parts que es veuran al render final.

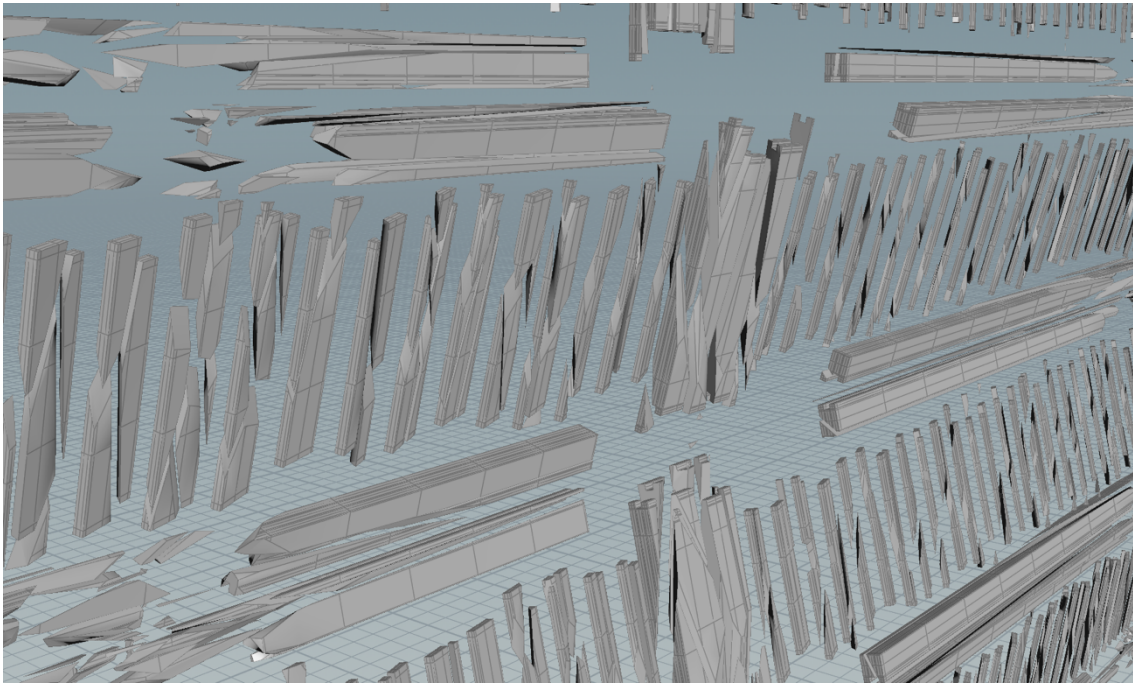
Un dels plans que s'ha de simular d'aquesta manera, es tracta del pla 16, que prèviament hem modelat tots els objectes necessaris perquè coincideixin amb els objectes reals.

El primer pas consisteix a importar la geometria creada amb *Cinema 4D* i a assignar les propietats de cada material com s'ha fet prèviament en les altres simulacions.

Un cop assignades les diferents propietats, podem passar a fracturar tots els objectes, on aquesta serà la part diferent de les altres simulacions.

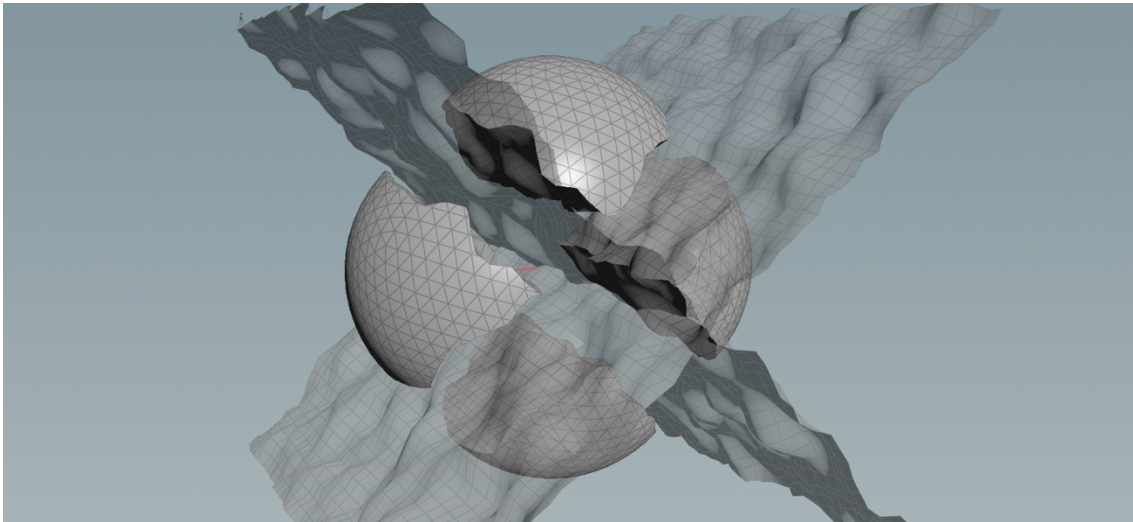
Per la fractura del metall de la barana es crearà una geometria que representi la mateixa superfície que la barana modelada i es fracturarà seguint el sistema de *voronoi*, ja que igual que en les simulacions dels cotxes, aquesta part només servirà per deformar la geometria original.

Les persianes de fusta utilitzaran un sistema de fractura una mica diferent, ja que la fusta té una manera de trencar-se molt característica. Habitualment la fusta quan es trenca, acostuma a separar-se en peces allargades seguint el dibuix de la fusta. Per aquest motiu primer calcularem la direcció de cada peça de fusta i en funció d'aquesta es crearan les fractures seguint la direcció de la peça, aconseguint així les formes allargades i en punta que són habituals en la fusta trencada.



Img 9-45: Peces de fusta fracturades

Finalment cal crear la fractura de la paret principal i de tota la pedra. Com que es tracta d'un primer pla de la paret trencant-se és molt important poder dirigir de manera artística com volem que sigui el trencament i per això utilitzarem el sistema de *Boolean Shatter* dins de *Houdini* que permet fracturar qualsevol geometria amb la forma que es vulgui.



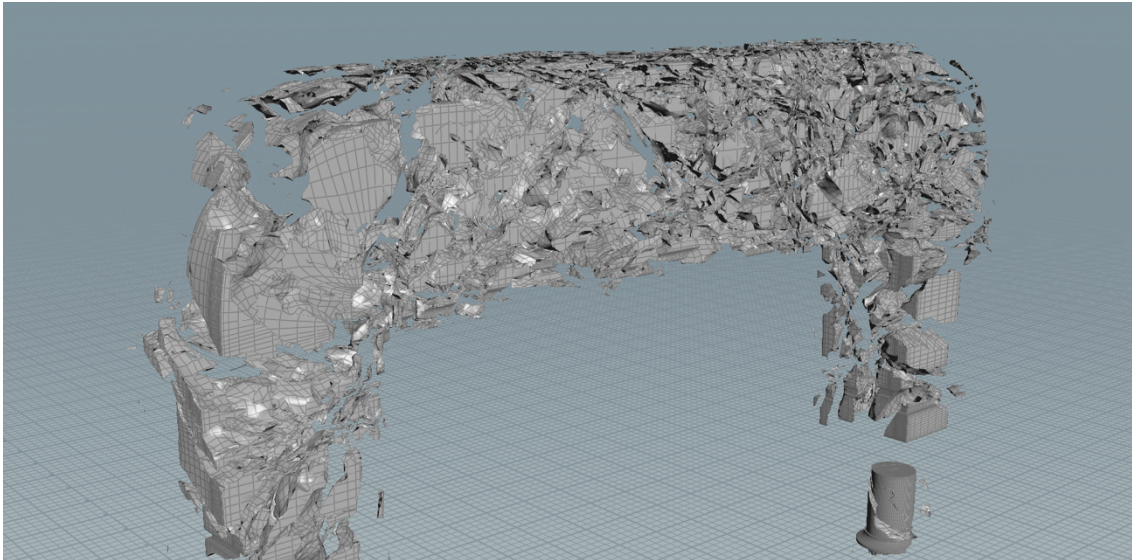
Img 9-46: Exemple de fractures amb Boolean Shatter

Inicialment dibuixarem dues línies que divideixin la paret per l'interior i d'aquesta manera aconseguirem diferents capes dins la paret. Després podem seguir

dibuixant com volem que siguin els trencaments principals i per acabar podem acabar de trencar les peces de manera aleatòria utilitzant diferents plans.

Un dels avantatges d'aquest sistema és que de manera directa aconseguim la geometria fracturada d'una manera molt més realista i amb molt més detall que de cap altra manera.

Adicionalment es poden duplicar els plans que s'han utilitzat per crear els talls i aplicant una petita diferència en el seu relleu, podem aconseguir detalls molt petits a les zones on es separen els blocs importants.



Img 9-47: Fractura d'una de les parts de la paret

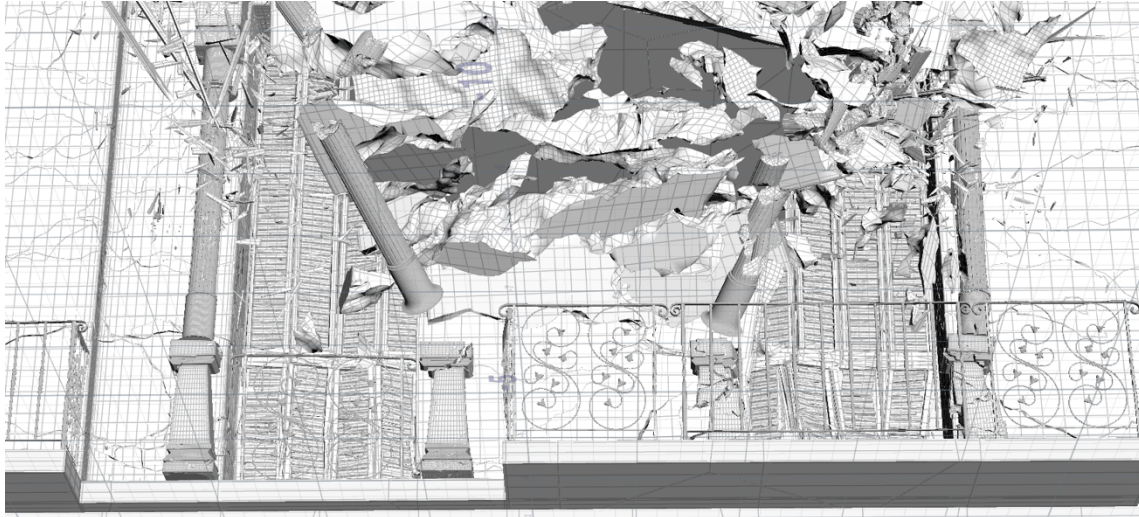
Un cop aconseguides totes les peces fracturades, només cal reduir els polígons de manera automàtica sobre cada peça per obtenir les mateixes peces en baixa resolució per utilitzar en la simulació, que després es canviaran per les peces en alta resolució un cop s'hagi simulat tot.

El procés de creació dels *constraints* serà el mateix que s'ha realitzat en les altres simulacions, ja que per la paret s'utilitzarà una força que manté les peces unides fins que l'impacte sigui superior i en la barana s'utilitzarà el mateix de deformació que el metall del cotxe.

Finalment cal crear les forces que trencaran la paret, que s'utilitzarà el mateix sistema que en la resta d'edificis simulats, ja que ens permet aconseguir forces amb les formes que siguin necessàries per tenir un resultat correcte.

Un cop realitzada la simulació podem substituir les peces en baixa resolució per les obtingudes inicialment amb tots els detalls i també podem aplicar el mateix sistema de deformació per crear la barana de metall deformada.

Com que en tots els processos s'ha conservat tota la informació inicial, podem utilitzar la geometria en alta resolució per renderitzar i conservar les textures al llarg de la simulació, així com utilitzar la informació de la simulació com la velocitat de cada peça per crear el *motion blur* al moment de renderitzar.



Img 9-48: Simulació final dels rígids de l'escena

Per crear totes les altres simulacions amb una quantitat de detall i unes característiques similars, es seguiran els mateixos processos, ja que es podrà reaprofitar gran part del sistema.

SIMULACIONS DE FLUIDS

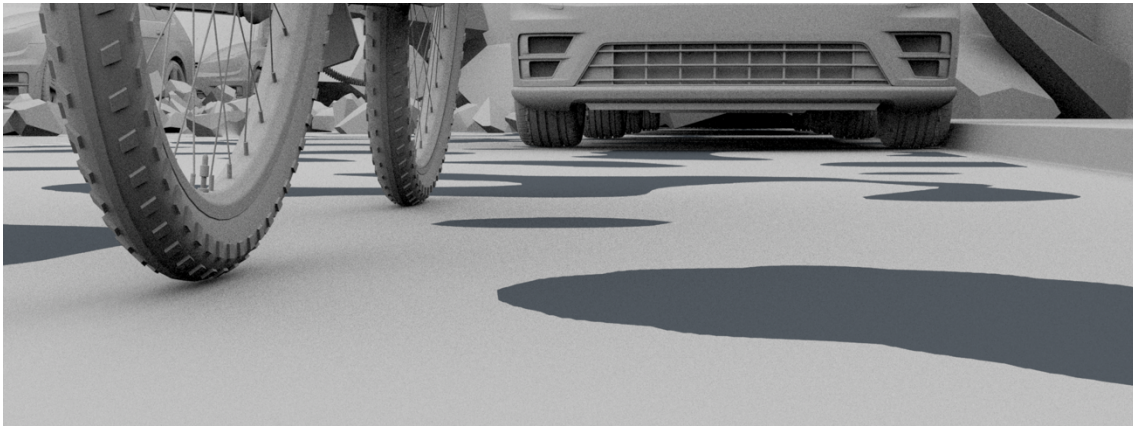
En el tràiler trobem un pla que era necessari realitzar una simulació de fluids amb molt detall, ja que s'havia de reproduir una bici passant per sobre d'un bassal d'aigua, tot vist des d'un punt de vista molt proper.

Durant la preproducció es va estudiar les diferents maneres que es podia dur a terme aquest pla i l'opció final va ser que s'havia de crear l'escena sencera en 3D i per tant calia simular l'aigua.

Inicialment es va crear l'escena sencera, per tal de tenir totes les referències de l'espai i les posicions dels objectes.

Un cop situats tots els objectes de l'entorn es va utilitzar un model de llibreria d'una bici per crear l'animació i determinar el recorregut que havia de seguir.

Quan tots els elements van estar situats a la seva posició final i amb les animacions correctes ja podíem exportar tota l'escena feta en *Cinema 4D* per poder utilitzar-la en *Houdini* i realitzar la simulació de líquids.



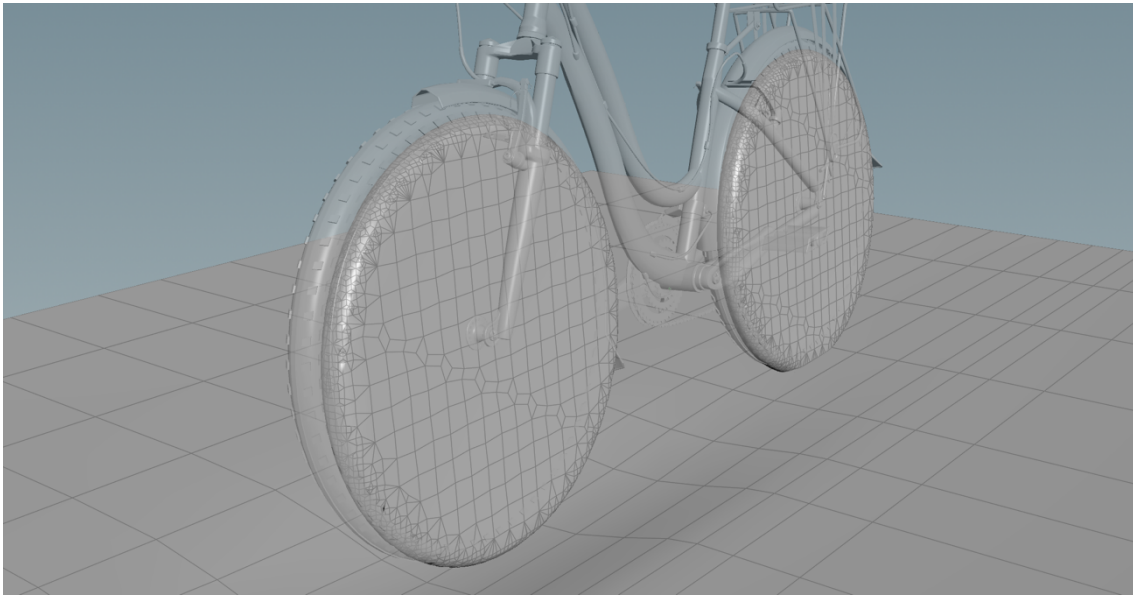
Img 9-49: Distribució de l'escena prèviament a la simulació

El primer pas dins de *Houdini* abans de començar amb la simulació consisteix a preparar tota la geometria per la simulació, ja que en les simulacions de líquids la manera més òptima de generar col·lisions no és amb els objectes estàndards.

Com que tots els objectes de l'escena no es trobaven preparats per poder crear col·lisions correctes, primerament es van identificar els objectes que serien capaços de generar algun tipus de col·lisió amb l'aigua així es podia eliminar la resta d'elements, ja que no intervindrien en la simulació. Es va optar per només conservar el terra, la vorera i les rodes de la bici.

Tant el terra com la vorera estaven modelats per ocupar tota l'escena, com que per la simulació només hi intervindria una petita part es va crear una geometria més senzilla que representés l'espai útil de la simulació per estalviar recursos.

Les rodes de la bici es tractava d'un cas completament diferent, ja que en ser una geometria molt complexa s'havia de simplificar d'alguna manera i addicionalment s'havia de transferir tot el moviment de l'animació a la nova geometria per generar el mateix impacte que si estigués simulat amb l'objecte real.



Img 9-50: Geometria utilitzada per a les col·lisions

Per tal de poder simular l'aigua com que es tracta d'un bassal, l'estat inicial de les partícules ha d'estar creat anteriorment a la simulació. Per aquest motiu en la carretera que s'ha creat per la col·lisió, ja s'ha tingut en compte la posició de l'aigua i s'ha deixat l'espai del forat on s'acumularà l'aigua, perquè sigui físicament correcte en la simulació.

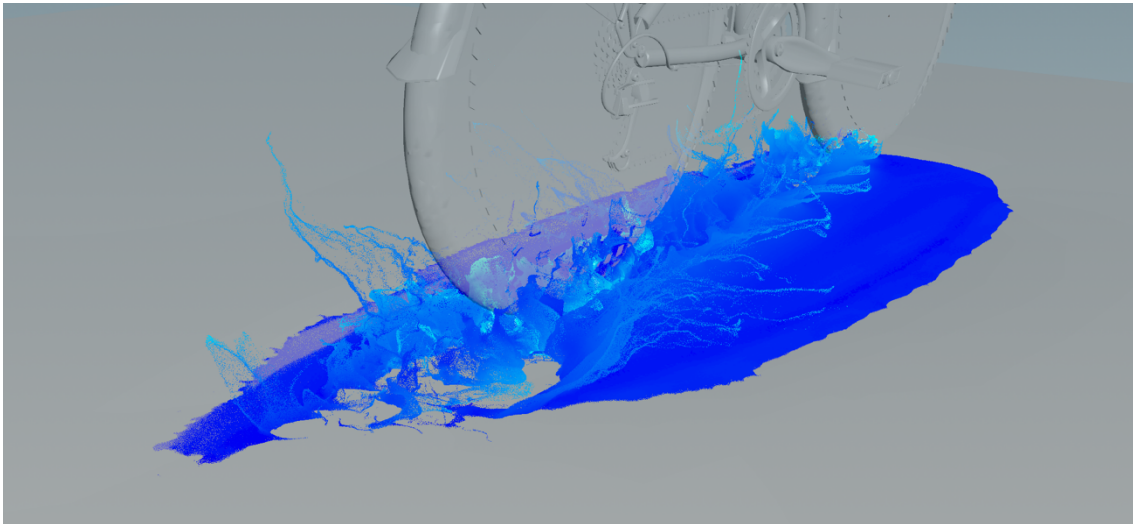
Primer crearem un volum que situarem a l'alçada del terra i ocuparà espai sota de la carretera, després restarem el volum creat del terra que teníem per les col·lisions i obtindrem l'espai del bassal que ha d'ocupar l'aigua.

Un cop obtingut l'espai que ha d'ocupar l'aigua inicialment, podem crear la simulació per distribuir les partícules que formaran la simulació i tots els elements que serviran per a les col·lisions.

Les simulacions de líquids en una resolució elevada acostuma a ser un procés que comporta moltes hores de càlcul, per això primer es realitzaran totes les proves necessàries per assegurar un funcionament correcte de tots els elements amb el mínim de partícules que ens permeti una visualització correcta.

Quan hem comprovat que tots els elements funcionen de manera correcta podem començar a configurar les propietats del líquid per aconseguir el comportament que necessitem.

Per aquesta escena com es tracta d'una vista molt detallada del líquid, és molt important utilitzar una resolució elevada i definir correctament paràmetres físics com la viscositat, densitat o tensió superficial del líquid, ja que en escenes de petita escala, una configuració correcta d'aquestes propietats genera resultats molt més correctes que utilitzar només forces com la gravetat.



Img 9-51: Resultat de la simulació de partícules del splash

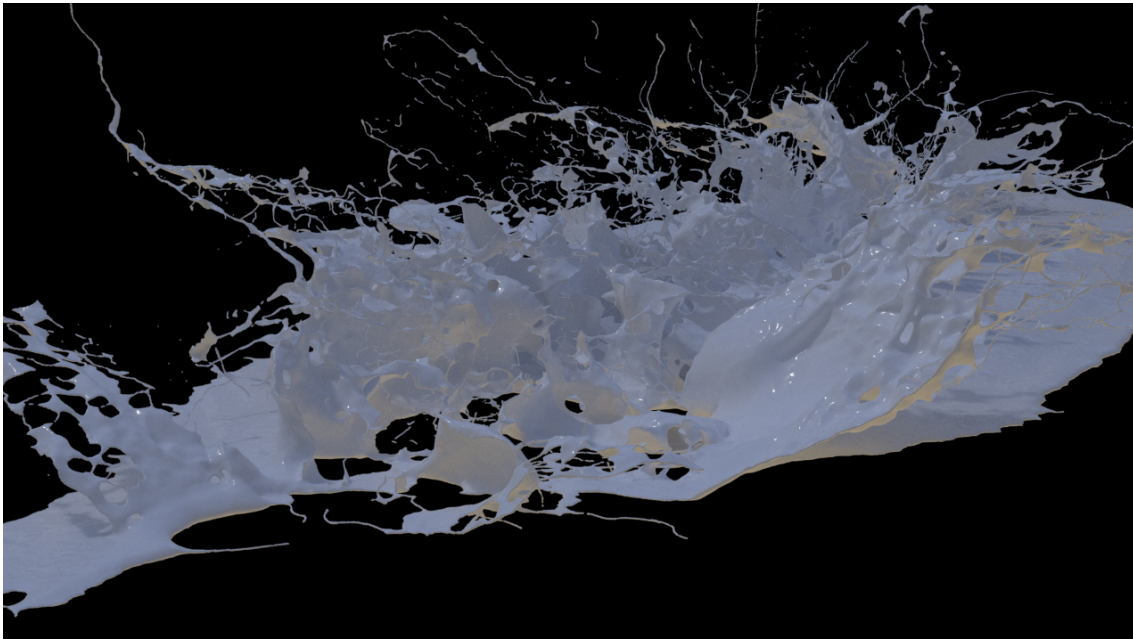
Un cop realitzada la simulació de partícules, aconseguim una simulació amb uns 30 milions de partícules que representen tots els detalls com els rastres que deixa la bici en passar o les gotes que surten disparades per l'impacte.

En totes les simulacions de líquids s'obté un resultat de partícules de la simulació, però per tal de poder renderitzar el líquid s'ha de convertir en un objecte poligonal.

Quan es realitza aquest procés, conegut com a *meshing*, si no es realitza de manera correcta, poden aparèixer errors molt comuns com poden ser tremolors a la geometria entre fotogrames, geometria plena de bonys i poc fina, geometria molt fina sense els detalls o parts del líquid que es van ajuntant i separant a distàncies que no són correctes.

Per tal d'evitar tots aquests possibles errors s'ha creat un sistema personalitzat per realitzar el *meshing*, amb el que es pot controlar les zones que s'han de suavitzar i quins detalls cal conservar.

Finalitzat aquest procés aconseguim un objecte poligonal net que podem exportar per incorporar-lo a l'escena principal de *Cinema 4D* amb la resta d'elements.



Img 9-52: Meshing final de la simulació

SIMULACIONS DE VOLUMS

Les diverses simulacions que contenen volums en aquest projecte les podem dividir en tres tipus de simulacions concretes. Per a totes les simulacions s'utilitzarà *Houdini*, però la manera d'aconseguir el resultat final variarà en funció de les característiques de cada pla.

Les simulacions de volums en *Houdini* es basen en principis físics, de manera que per obtenir resultats realistes s'han de tenir en compte diferents elements que formaran la simulació.

La densitat consisteix en el tipus de volum que és el fum visible i que serà el responsable principal de l'aparença de la simulació, ja que un fum més o menys dens o segons el seu color, es pot definir si es tracta de pols ambiental, vapor d'aigua o fum provinent d'un foc.

La temperatura es tracta del volum responsable de la flotabilitat de la simulació en general, com més temperatura es trobi, més ràpid ascendirà el volum. En el cas que també es trobi foc en la simulació la temperatura definirà el color de les flames.

El combustible és el volum que s'utilitzarà en les simulacions de foc i explosions per definir en quin punt s'han de generar flames i a partir de quina temperatura es poden generar.

Les flames apareixeran com a volum quan s'hagin generat a través del combustible, aquestes es veuran d'un color o altre en el render en funció de la temperatura que tingui cada part del volum on es troben, addicionalment també contribuiran a afegir temperatura a la simulació.

En les simulacions també podem trobar volums més genèrics que s'utilitzen en altres funcions com volums de col·lisions, volums per generar expansió del contingut o volums que generin vent i turbulències.

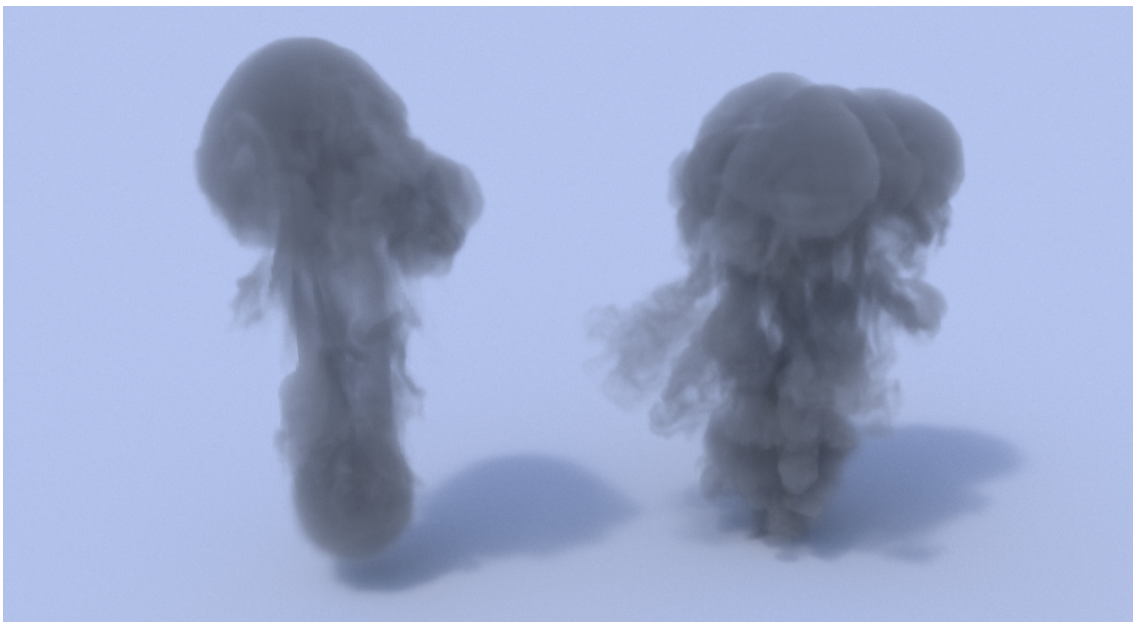
Tenint en compte totes aquestes característiques, podem separar les simulacions en el tipus d'ús que es farà d'aquests volums i com es tractaran.

SIMULACIONS DE FUMS

Per crear totes les simulacions que només contenen fum s'utilitzarà el sistema d'afegir densitat a cada fotograma de la simulació i utilitzant diferents vents i turbulències aconseguir el resultat desitjat.

En els casos que es necessiti que el fum ascendeixi, s'expandeixi de manera ràpida o tingui col·lisions, també s'afegiran volums de temperatura o de col·lisions en els punts que siguin necessaris.

En aquest tipus de simulacions que no acostumen a tenir gaire moviment, és molt important que els volums que s'introdueixin a la simulació tinguin detall i generin formes interessants, ja que si els volums són constants sense cap animació, generaran resultats molt plans i poc interessants.



Img 9-53: Diferencia entre simulacions amb inputs constants i animats, esquerra constant i dreta animat

Un cop tenim el contingut principal de les simulacions funcionant podem acabar de refinar el resultat creant el nostre propi *solver* per calcular totes les forces, ja

que si utilitzem el *sol/ver* predefinit per calcular els volums, trobem algunes limitacions a l'hora de definir comportaments molt detallats.

Finalment podem definir el valor de la densitat del volum, tot i que no és completament necessari perquè al moment de realitzar el render es pot tornar a definir el valor de la densitat. Sempre agilitza el procés si es pot obtenir en la simulació una densitat semblant a la final, però no cal invertir molt temps a afinar aquest valor a la perfecció, ja que s'haurà pogut invertir el temps en detalls que generaran més diferències.

SIMULACIONS DE FOC

En les simulacions que s'ha de crear fum i foc es segueixen uns passos diferents. Anteriorment per crear el contingut de la simulació, s'introduïa de manera manual i es modificaven els paràmetres per obtenir la forma desitjada. Però en aquest cas utilitzarem el procés que consisteix a introduir combustible i temperatura a la simulació, com s'ha comentat anteriorment aquests dos volums quan es combinen generen densitat, flames i més temperatura, per tant podríem dir que.

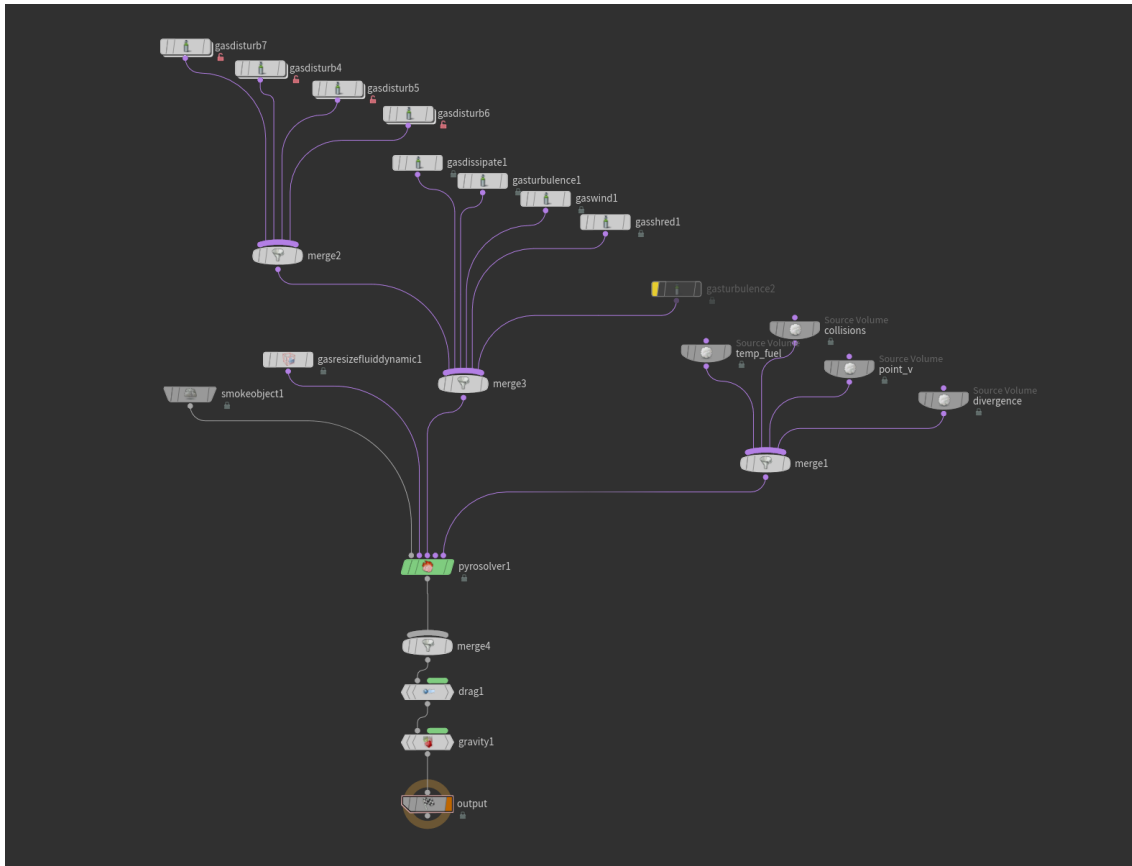
$$\text{Temperatura} + \text{Combustible} = \text{Densitat} + \text{Flames} + \text{Temperatura}$$

Quan s'utilitza aquest sistema, a part d'introduir els volums a la simulació amb detall i animacions del contingut, és important determinar quin vol ser el resultat final, ja que si s'introdueix combustible de manera constant, la simulació no parará d'auto alimentar-se i pot acabar descontrolant-se i provocant resultats erronis.

Si es vol generar una explosió intensa, s'ha d'introduir molt combustible i molta temperatura inicialment i després deixar d'introduir-ne per aconseguir que la simulació s'estabilitzi i generi un resultat correcte. En el cas de crear un foc que crema contínuament, cal introduir constantment combustible, però en quantitats petites per no generar una explosió.

Un cop determinats tots els volums que s'introduiran en la simulació i de quina manera, podem alterar l'aspecte final controlant paràmetres per definir la flotabilitat del fum en funció de la temperatura, quina eficiència té el combustible utilitzat o quant fum s'introdueix cada cop que es consumeix una unitat de combustible.

Igual que en les simulacions de fum, crearem el nostre *sol/ver* per tenir més control sobre els detalls i l'aspecte final. Addicionalment, podem utilitzar alguns càlculs propis de les simulacions amb foc, que ajuden a generar detalls molt interessants simulant els corrents d'aire entre les diferents zones més calentes o fredes de la simulació.



Img 9-54: Solver creat per aconseguir les funcions concretes del pla

Un cop realitzada la simulació es poden modificar algun dels volums per separat per si fos necessari refinar algun detall, però en la majoria dels casos ja es pot seguir amb el render.

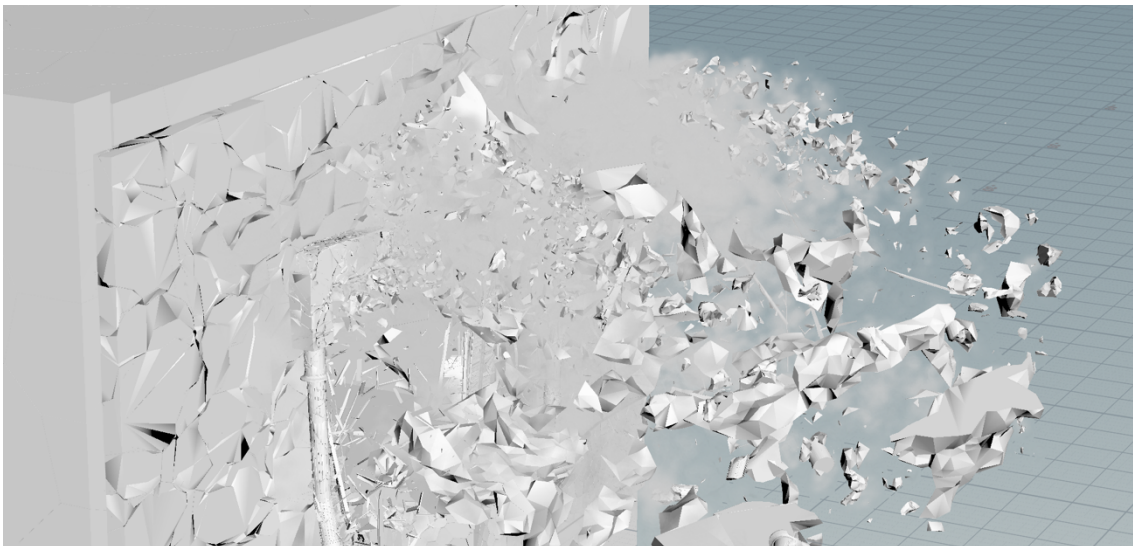
SIMULACIONS AMB CREACIÓ DINÀMICA

Quan es necessita crear una simulació que comenci just en el punt que s'ha trencat un objecte i que segueixi una forma determinada o quan s'ha d'utilitzar informació que prové d'una simulació sobre la qual no es té control, no es poden afegir els elements de la simulació de manera manual i s'ha d'utilitzar un altre sistema per automatitzar el procés.

En aquest projecte ens trobem que en les simulacions detallades de les fractures dels edificis cal crear la pols que es genera quan una paret es trenca en trossos, com que la paret es trenca en moltes peces per separat, no es pot animar manualment tots els punts on s'ha d'introduir densitat.

Per això es poden aprofitar algunes eines que es troben integrades dins de *Houdini* que a partir d'una posició estàtica com a referència, poden calcular el moviment d'una simulació i determinar en quin moment s'ha separat cada peça. Sabent els moments en què es separa cada peça, es pot realitzar una simulació de partícules sobre aquests punts i obtenir grups de punts que segueixen el moviment de cada peça un cop es trenca, que després podrem utilitzar per crear els volums de densitat que s'utilitzaran en la simulació.

Un cop obtinguts els volums que s'introduiran en la simulació, podem seguir els mateixos processos que hem utilitzat anteriorment per crear la nostra simulació, afegint les forces necessàries així com el vent que crearan les peces separant-se per l'explosió, que ajudarà a generar l'efecte de què les peces estiren el fum definint la seva trajectòria.



Img 9-55: Fum que es genera en la separació de les peces

L'element important d'aquestes simulacions a part de tenir una bona interacció entre els elements i el fum simulat, consisteix en el fet que la visualització del fum s'adeqüi al tipus d'elements del que apareix, ja que la pols que apareix d'una paret trencant-se, no pot tenir la mateixa densitat que el fum negre que es genera en cremar altres objectes. Per això en aquest cas com que ha d'interaccionar amb aquests elements és important tenir la densitat controlada des d'un inici i no corregir-la en el render.

RENDER

Un cop acabat tot el procés de creació de geometria, animacions i simulacions, cal renderitzar tots els elements per tal de poder ser compostats i integrats en el vídeo final.

El procés de renderitzat acostuma a ser un procés que comporta molt temps, ja que per aconseguir un resultat realista, s'ha de crear unes textures d'alta qualitat, una bona il·luminació i invertir un temps de càlcul perquè es pugui aconseguir una imatge final neta i sense errors.

Com s'ha comentat anteriorment hi ha una gran varietat de motors de render que tots ofereixen diferents prestacions i tenen avantatges uns sobre els altres, per aquest projecte es va optar per utilitzar un motor de render que utilitzés la targeta gràfica, ja que es poden aconseguir resultats de qualitat molt alta de manera més ràpida.

Dins dels diferents motors de render que utilitzen la targeta gràfica com a element principal a l'hora de realitzar el càlcul, el que predomina sobre els altres en la indústria dels efectes visuals i de la capacitat de personalització per optimitzar i crear configuracions aptes per a cada escena és el *Redshift*, un altre avantatge molt important consisteix en el fet que aquest mateix motor de render el podem trobar per *Cinema 4D* i per *Houdini* que són els dos softwares que s'han utilitzat per crear tot el contingut 3D així s'agilitza molt el procés de compartir textures i il·luminacions entre els dos softwares.

Per renderitzar tot el projecte s'han utilitzat les dues estacions de treball que es disposaven, utilitzant les targetes gràfiques per renderitzar, aprofitant la memòria gràfica per poder agilitzar el procés i la memòria RAM per poder emmagatzemar totes les textures.

L'estació de treball principal amb la que s'ha realitzat gairebé tot el projecte està formada per dues targetes gràfiques Nvidia GTX 1080 Ti acumulant un total de 22GB de memòria gràfica i 64GB de memòria RAM, per altra banda la segona estació de treball tenia una sola targeta gràfica Nvidia GTX 970 amb 4GB de memòria gràfica i 32GB de memòria RAM.

Els plans per renderitzar s'han dividit entre *Cinema 4D* i *Houdini* en funció dels elements que s'havien de renderitzar, en el cas dels plans que només s'havia de renderitzar geometria es realitzaven en *Cinema 4D*, mentre que en els plans amb simulacions de partícules o de volums es renderitzaven dins de *Houdini*.

El procés per renderitzar és pràcticament idèntic en tots els plans i en els dos softwares, ja que estàvem utilitzant el mateix motor de render per totes les situacions.

Inicialment calia il·luminar l'escena utilitzant els HDRs que s'havien creat i en alguns casos calia reforçar algunes llums per tal d'aconseguir més detall, durant el procés d'il·luminació acostuma a ser convenient utilitzar materials neutres per poder comprovar la potència de les llums i no obtenir una imatge subexposada o sobreexposada.

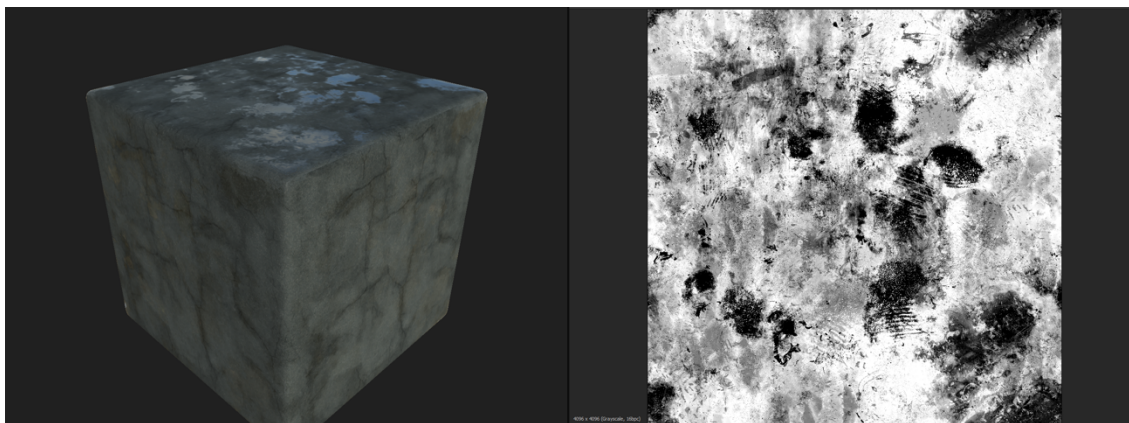


Img 9-56: Escena il·luminada per coincidir amb la il·luminació real, prèviament a realitzar les textures

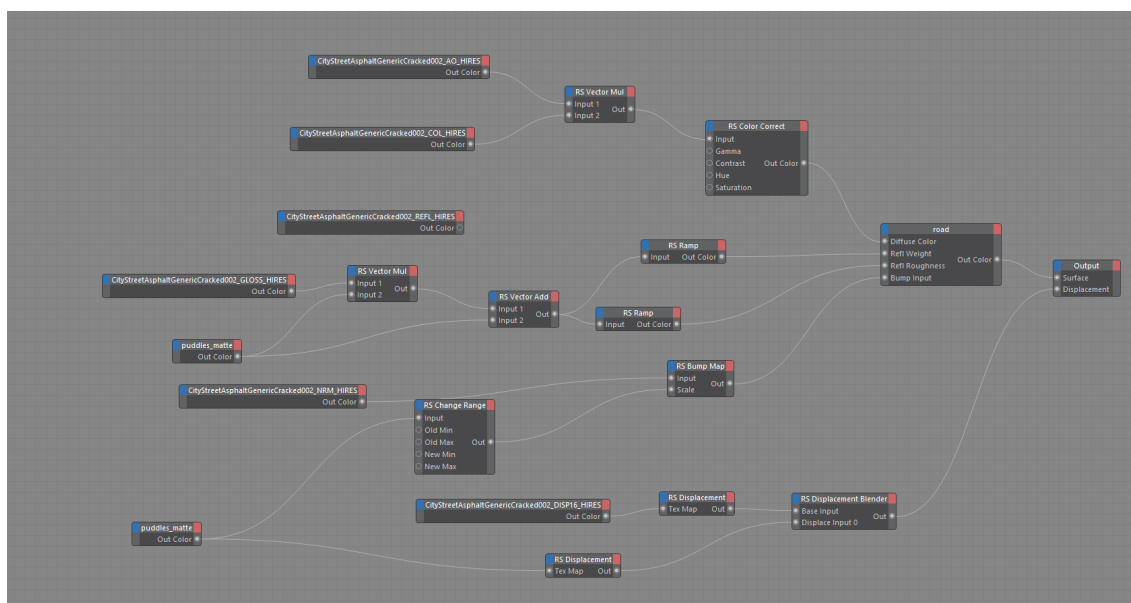
Un cop es té una il·luminació correcta per l'escena podem crear tots els *shaders* dels objectes per tal d'obtenir una imatge realista, com s'ha comentat, per obtenir un bon render cal crear les textures a una resolució prou elevada perquè es pugui apreciar tot el detall.

En la majoria dels casos s'utilitzaran combinacions de textures de llibreria a resolucions de 4K o 8K per aconseguir tots els materials diferents, tenint en compte que s'han de crear les diferents components del material per determinar el color, els reflexos o el relleu que té.

En algun cas que es necessitava alguna textura molt concreta s'ha creat de manera procedural utilitzant *Substance Designer*, que es tracta d'un software per crear textures molt detallades de manera procedural.



Img 9-57: Textura procedural dels bassals creada en Substance Designer



Img 9-58: Sistema nodal per crear els shaders en Redshift

En els casos especials de les simulacions de volums o partícules, s'ha utilitzat la informació de les simulacions per poder definir les característiques de cada *shader*, ja sigui el color, la llum que s'emet o l'opacitat.

Arribats al punt que ja tenim tota la il·luminació de les escenes correctes i les textures dels elements creats, cal acabar de refinar els últims detalls per intentar aconseguir una imatge el més semblant possible a la real que s'ha d'integrar. Per altra banda cal configurar les opcions de render per aconseguir una imatge neta sense soroll i al mateix moment torbar el balanç que aconseguir aquest resultat no comporti una quantitat de temps massa elevada.

En general com que s'utilitzava una estació de treball molt potent es podia reduir bastant el temps de render i aconseguir resultats molt bons amb uns temps de render d'entre 2 i 5 minuts per fotograma en els plans on no hi havia simulacions

de volums, mentre que en els plans amb simulacions de volums que emeten llum podia tardar uns 20 minuts per fotograma.

Finalment cal configurar el format en el qual es guardaran els renders, ja que és molt important conservar tota la informació del render i no perdre informació abans de la composició, per això s'utilitzaran els arxius OpenEXR, que permeten guardar imatges sense compressió i addicionalment es poden incorporar diferents capes dins el mateix arxiu que després es podran utilitzar en composició per facilitar alguns processos.



Img 9-59: Render sense composició del primer pla



Img 9-60: Render sense composició del pla 09



Img 9-61: Render sense composició del pla 15

COMPOSICIÓ

El procés de composició es tracta del pas final en la postproducció d'efectes visuals i és on s'ajuntaran tots els renders amb les imatges gravades de cada pla.

Com que en els passos anteriors ja s'havia creat tot el projecte de *Nuke Studio* i s'havien realitzat totes les tasques de cleanup i del playblast. Ara s'han d'importar tots els renders dins el projecte de *Nuke Studio* i distribuir-los per a cada pla, addicionalment podem importar les càmeres 3D utilitzades, ja que dins del *Nuke* es poden crear espais 3D i ser utilitzats per posicionar elements en l'espai real.

En el procés del playblast ja s'havia preparat l'escena per poder incorporar els renders finals, per això arribats en aquest punt només cal retocar el render obtingut per aconseguir que s'assembli el màxim possible a la imatge real, acabar d'afegir els diferents que ajudaran a integrar el render i realitzar la correcció de color final.

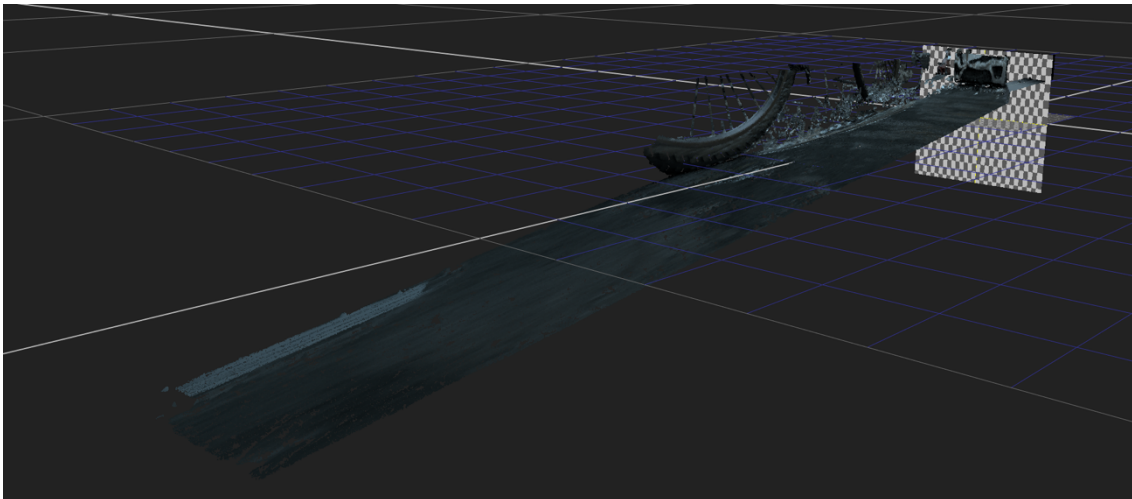
Per aconseguir que el render s'assembli el màxim possible a la imatge real utilitzarem les diferents capes exportades per tenir un control precís sobre les diferents parts de la imatge en general com pot ser el color, els reflexos, el punt d'enfocament o poder modificar elements individualment per acabar d'obtenir el resultat correcte.



Img 9-62: Comparació durant el procés de composició per aconseguir un render igual que la imatge gravada

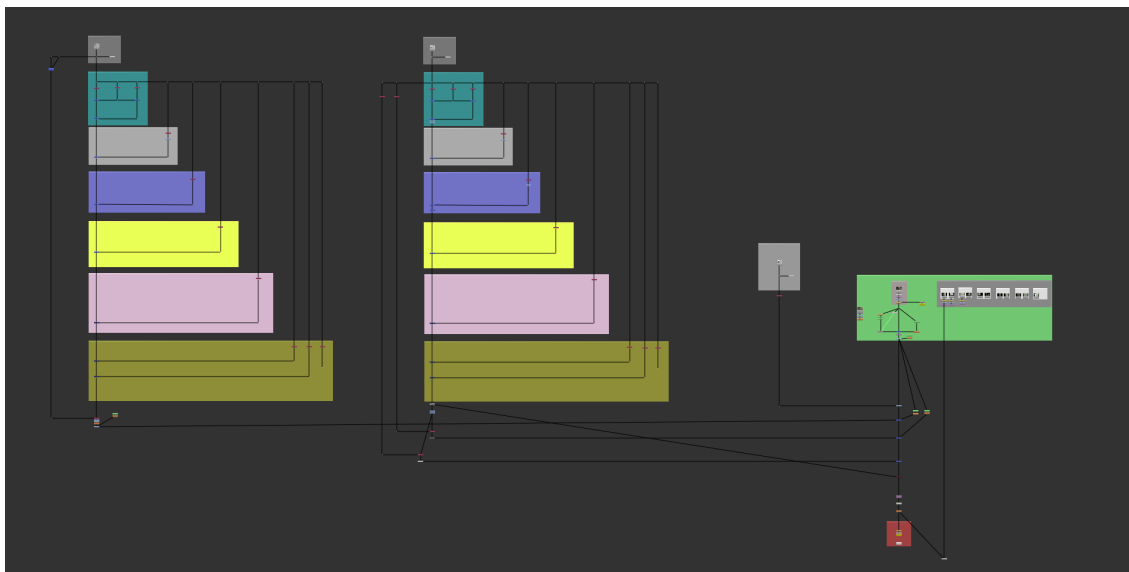
Els diferents elements que s'incorporaran a la imatge per acabar d'afegir realisme, estaran formats per diferents recursos. En alguns casos s'afegiran capes d'ombres i d'il·luminacions obtingudes dels elements renderitzats, que representen l'efecte real que té l'objecte renderitzat en aquestes condicions d'il·luminació.

Per altra banda utilitzarem la càmera obtinguda de l'escena 3D per poder projectar textures sobre la geometria existent i modificar algunes parts o per afegir efectes secundaris, com fums de fons que no era necessari realitzar les simulacions i es podien utilitzar elements de llibreria.



Img 9-63: Sistema de Deep Compositing per situar elements segons la profunditat del render

Finalment, com que una gran part de l'escena està formada per elements 3D que teòricament són perfectes, s'ha d'afegir totes les imperfeccions que podem trobar en la càmera perquè a part dels colors i altres elements, també coincideixin els errors. En la majoria de casos cal afegir la mateixa distorsió òptica de la imatge original, l'aberració cromàtica que ha generat l'objectiu i el soroll que hagi pogut crear el sensor de la càmera.



Img 9-64: Sistema nodal en Nuke per compondre un dels plans

Un cop realitzats tots aquests processos obtenim una imatge 3D completament integrada amb les imatges de rodatge, on l'últim pas consisteix a realitzar la correcció de color corresponent a cada pla per acabar d'aconseguir transmetre tota la intenció que es tenia amb cada imatge.

Aquí podríem dir que ja s'hauria acabat tot el procés de crear els efectes visuals i només queda exportar el vídeo final per ser reproduït, en el nostre cas com que encara queda afegir l'àudio que s'obtingui en la sonorització, podem exportar el vídeo en diferents qualitats per poder ser utilitzat com a referència per la sonorització i per després poder tornar a exportar el nou vídeo amb l'àudio sense realitzar més compressions de les necessàries.



Img 9-65: Comparació entre les diferents LUTs provades per definir el color final



Img 9-66: Composició final del pla 01



Img 9-67: Composició final del pla 05



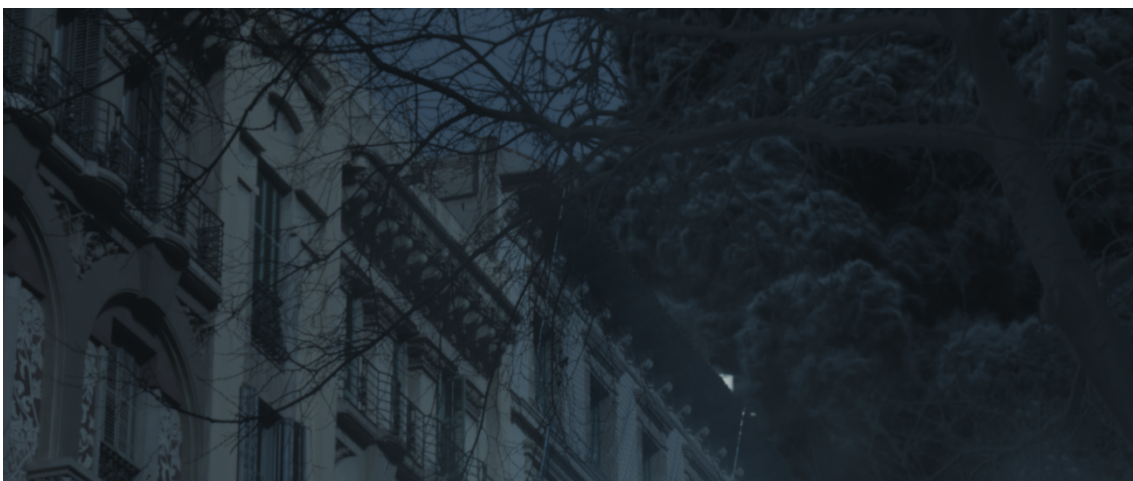
Img 9-68: Composició final del pla 09



Img 9-69: Composició final del pla 15



Img 9-70: Composició final del pla 16



Img 9-71: Composició final del pla 19

10. SONORITZACIÓ

Acabat tot el procés dels efectes visuals és necessari realitzar la sonorització del projecte per tal d'aconseguir el producte final.

Com que la creació d'una banda sonora i tots els efectes d'àudio necessaris no es troben dins del meu àmbit i un dels objectius del projecte era aconseguir un producte d'alta qualitat dirigint un equip de diverses persones, tot el procés de sonorització el va realitzar l'Arnau Dalmau.

El procés va començar des de les primeres versions del offline que vam anar compartint per poder trobar la idea de la banda sonora i com hauria de funcionar tot l'àudio del projecte en general.

Un cop definides les pautes generals, periòdicament anàvem revisant les diferents actualitzacions, tant per la seva part de l'àudio, com per la meua part del contingut del tràiler.

A mesura que el vídeo començava a trobar-se en estats finals, amb tot el contingut tancat, ja va ser el moment d'acabar de perfeccionar els últims detalls, fins que amb la versió final del vídeo ja es van acabar d'afegir tots els efectes de so sincronitzats amb la imatge i finalment es podia exportar el màster final.

11. RESULTAT FINAL

El resultat final del projecte es pot valorar com a molt positiu tot i l'elevada quantitat de feina que s'ha hagut de realitzar per arribar-hi.

Cal dir que després de tant temps treballant en el mateix projecte sempre acaben sortint coses a modificar, però tot i això el producte final es pot dir que és molt complet i que amb uns petits retocs per no quedar-se amb cap canvi pendent ja estarà a punt per distribuir-se en públic.

Un cop finalitzat tot el procés per promocionar el producte i ultimar els detalls amb les diferents persones que intervenen en el projecte complet, el resultat final serà publicat al canal personal de *vimeo*, a la web personal i en diferents xarxes socials.

<https://vimeo.com/polsoler>

<http://www.polsoler.com/>

12. CONCLUSIONS

Amb aquest projecte un dels principals objectius era comprovar si realment era capaç d'obtenir un resultat de molta qualitat d'un producte que a l'inici semblava molt complex i que requeria molts processos. I veient com ha funcionat tot el procés i el que he aconseguit com a resultat final puc dir que estic molt satisfet de complir aquest objectiu.

Un objectiu tan ambiciós com el que em vaig plantejar per mi em servia per forçar-me a esbrinar tots els coneixements que tenia sobre el món dels efectes visuals i poder millorar en els àmbits que més m'interessaven.

El fet de voler complir aquest objectiu representava que totes les tasques que realitzés les havia de fer tan bé com sabia i això implicava una gran quantitat d'hores.

A l'inici quan vaig plantejar el projecte ja sabia que ocuparia una gran quantitat d'hores, però al final per diversos motius no he disposat de totes les hores lliures que havia calculat i ha resultat en dies molt llargs que retallant una mica el projecte a l'inici me'ls hauria pogut estalviar.

Un altre dels motius de crear aquest projecte era per demostrar que sense una gran quantitat de recursos es poden obtenir resultats molt bons i crear productes d'una qualitat molt bona.

Per una banda puc dir que sí, que amb pocs recursos es pot replicar un resultat com el que s'ha aconseguit.

Però per altra banda també puc dir que és complicat, ja que per aconseguir el resultat he aprofitat al màxim totes les eines de les quals disposava, on s'hauria de tenir en compte que el hardware utilitzat no acostuma a ser el més habitual entre gent que no es dedica professionalment a aquest sector. Facilitant el processament i els càlculs de totes les tasques, així com capacitat per poder emmagatzemar els gairebé 3TB que ocupa el projecte complet.

Finalment tot i els problemes de temps i les diferents complicacions puc dir que m'ha ajudat molt realitzar un projecte d'aquest tipus des del punt de vista professional, ja que he après a agafar una tasca molt complexa que no se sap per on es pot començar i partir-la en parts petites que es poden anar fent fins a aconseguir el resultat correcte.

I amb tot això he aconseguit molta agilitat i molt més coneixement del que tenia com a supervisor de VFX i especialment de *FX TD*, el perfil professional que tenia com a referència i que abans d'acabar el projecte m'ha portat a treballar en projectes i a llocs que abans de començar semblaven molt lluny.

13. BIBLIOGRAFIA

Star Wars: The Last Jedi Trailer. [Online]. [Consulta: 19 Feb 2018].

Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=Q0CbN8sfihY>

Trailer of Caronte. [Online]. [Consulta: 19 Feb 2018].

Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=T6wn5BXCahM>

Thor: Ragnarok Trailer. [Online]. [Consulta: 20 Feb 2018].

Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=ue80QwXMRHg>

Still Falls the Rain Short. [Online]. [Consulta: 20 Feb 2018].

Disponible: <https://vimeo.com/54004198>

The VES Handbook of Visual Effects: Industry Standard VFX Practices and Procedures. A. Okun, Jeffrey. Zwerman, Susan. [PDF]. [Consulta: 20 Feb 2018].

Disponible: <http://www.varmstudio.com/stuff/miisu/VES.pdf>

Entrevista amb Robert Pinnow, Rise. [Online]. [Consulta: 20 Feb 2018].

Disponible: <http://www.artofvfx.com/babylon-berlin-robert-pinnow-vfx-supervisor-rise/>

Pointcloud9, Rise. [Online]. [Consulta: 20 Feb 2018].

Disponible: <http://www.pointcloud9.com/>

Agisoft Photoscan. [Online]. [Consulta: 20 Feb 2018].

Disponible: <http://www.agisoft.com/>

Simon Holmedal – Procedural in Motion. [Online]. [Consulta: 20 Feb 2018].

Disponible: <https://vimeo.com/237163361>

Visual Effects for Deepwater Horizon. [Online]. [Consulta: 20 Feb 2018].

Disponible: https://www.youtube.com/watch?v=_i0XuA9KLEo

Entrevista amb Craig Hammack, ILM. [Online]. [Consulta: 20 Feb 2018].

Disponible: <http://www.artofvfx.com/deepwater-horizon-craig-hammack-vfx-supervisor-industrial-light-magic/>

ILM Plume System Academy Award. [Online]. [Consulta: 20 Feb 2018].

Disponible: <https://www.ilm.com/awards/ilm-plume-system-awards/>

Funcionament Plume. [Online]. [Consulta: 20 Feb 2018].

Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=-FgzK6zJvwE>

Atomic Fiction, Conductor. [Online]. [Consulta: 20 Feb 2018].

Disponible: <http://www.atomicfiction.com/conductor/>

Conductor Software. [Online]. [Consulta: 20 Feb 2018].

Disponible: <https://www.conductortech.com/>

Entrevista de Thor: Ragnarok, Framestore. [Online]. [Consulta: 20 Feb 2018].

Disponible: <http://www.artofvfx.com/thor-ragnarok-alexis-wajsbrot-kyle-mcculloch-jonathan-fawkner-vfx-supervisors-framestore/>

Deep Compositing, Pixar. [PDF]. [Consulta: 20 Feb 2018].

Disponible: <https://graphics.pixar.com/library/DeepCompositing/paper.pdf>

Deep Compositing, The Foundry. [Online]. [Consulta: 20 Feb 2018].

Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=19w3vkFp5X0>